

RECHERCHES INTERDISCIPLINAIRES

Collection dirigée par Pierre Delattre

Joseph SCHILLER

Docteur en Médecine

Docteur ès Sciences

Ancien Visiting Fellow of All Souls College, Oxford (G. B.)

LA NOTION D'ORGANISATION DANS L'HISTOIRE DE LA BIOLOGIE

Préface de Pierre-P. GRASSÉ

Membre de l'Académie des Sciences



maloine s.a. éditeur

27, rue de l'Ecole-de-Médecine - 75006 Paris

© — Maloine S. A. éditeur, Paris 1978

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa premier de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal. »

Maloine { ISBN 2-224-00075-8 (Collection)
ISBN 2-224-00479-6 (La notion d'organisation).

PRÉFACE

Peu avant sa mort, Joseph Schiller terminait un livre auquel il avait consacré plusieurs années de travail et qu'il intitulait *La notion d'organisation dans l'histoire de la biologie*.

Ce titre ne laisse pas prévoir la grandeur, l'importance du sujet ; il faut lire les pages érudites et d'une incomparable logique pour comprendre que la notion d'organisation a donné naissance à la biologie et en a dominé le développement de l'Antiquité au début du XIX^e siècle.

A chacun de ses niveaux, par les nouveautés qu'elle fait émerger, l'organisation suscite des problèmes imprévus. La biologie moléculaire en a fait surgir de toutes parts. En vérité, son rôle, tant dans l'évolution que dans la physiologie est bien loin d'être élucidé.

Joseph Schiller met en lumière que l'étude de l'organisation et la compréhension de ses rôles ont chassé de la science des conceptions qui étaient sans fondements et relevaient de croyances purement verbales sans recours à la réalité.

C'est par la connaissance de l'organisation qu'ont été détruites les thèses du vitalisme et des doctrines qui gravitent autour de lui ou qu'il a inspirées. La notion d'organisation n'a pu s'asseoir que par l'étude du réel : structure à tous les niveaux, rapports entre organes, corrélations tant morphologiques que physiologiques. Pour Joseph Schiller, les biologistes en révélant l'organisation des plantes et des animaux ont assuré le triomphe du matérialisme. J'y vois bien plus le succès d'une méthode faisant appel à l'observation objective et à une expérimentation de plus en plus rigoureuse que le « triomphe » d'une doctrine.

En fait, il ne s'agit pas d'une critique, car Joseph Schiller a le droit d'établir un parallèle entre les thèses vitalistes et ce qu'il nomme matérialisme, doctrine considérée d'un certain point de vue, car il y a bien des façons de comprendre le matérialisme. Et, lorsque Claude Bernard exprimait les règles essentielles de la méthode expérimentale en physiologie, il cherchait à atteindre, avec le minimum de chances de se tromper, la vérité ; il n'avait nullement comme objectif le triomphe d'une doctrine dont, d'ailleurs il ne paraît pas avoir admis tous les postulats. Claude Bernard a toujours cru à la finalité immanente des phénomènes biologiques ; cette croyance a été, tout au long de ses travaux, l'aiguillon le poussant à rechercher les fonctions des organes et le rôle des substances qu'ils produisent, inspiration à laquelle il doit en partie ses grandes découvertes.

Qui dit organisation, dit ordre. Une ontogenèse, en même temps, réalise une organisation déterminée et établit un certain ordre. La vie est tributaire de l'ordre qu'elle crée ; les thermodynamiciens reconnaissent

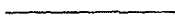
que dans sa manière de tourner les lois fondamentales de la thermodynamique, elle crée de l'ordre.

Autrement dit, les premiers êtres vivants apparus il y a un peu plus de trois milliards d'années, dans les eaux de la Pangée, n'ont subsisté, n'ont évolué qu'en créant de nouvelles organisations, de nouvelles sortes d'ordre. Pour l'être vivant, troubler l'ordre qui est le fondement de sa structure et de ses fonctions, c'est se livrer à la désintégration, à la mort ; c'est tomber au niveau de la matière inerte.

Par son érudition, par sa hauteur de vue, par son esprit de synthèse, le livre de Joseph Schiller s'impose à l'attention des historiens des sciences et tout autant à celle des philosophes et des biologistes qui recherchent les caractéristiques fondamentales et les propriétés intrinsèques des êtres vivants.

Quel meilleur et plus juste hommage pourrait-on rendre à ce livre, lucide et solide, que de dire qu'il marque une étape importante dans l'histoire de la connaissance scientifique.

Pierre-P. GRASSÉ
de l'Académie des Sciences.



CHAPITRE I

BIOLOGIE

Le mot et le contenu

Il serait illusoire de chercher dans les ouvrages d'histoire des sciences des précisions sur les circonstances de l'apparition du mot *Biologie*. De même, il n'existe pas d'étude qui porte spécialement sur ce problème. On sait que le mot a été introduit dans le langage scientifique par Lamarck en France et par Treviranus en Allemagne en 1802, indépendamment l'un de l'autre. On a découvert, avec du retard, qu'ils ont été précédés par Burdach qui a utilisé le mot *Biologie* en 1800 dans une note marginale insérée dans un traité de médecine (1). Il le limite à l'homme sans exposer les raisons qui l'ont conduit à l'inventer. La seule conclusion qu'on peut en tirer, c'est que l'invention du même mot à la même époque par trois auteurs différents répondait à un besoin nouveau qu'il s'agit de déterminer.

La meilleure preuve que la création du mot répondait au besoin de trouver des formes nouvelles d'interprétation et d'expression des phénomènes de la vie, est révélée par la littérature, relativement abondante, qui a vu le jour dans les dernières décennies du XVIII^e et les premières décennies du XIX^e siècle dont les auteurs, avec moins de succès que Lamarck et Treviranus mais avec la même intention, ont essayé d'englober toutes les manifestations de la vie dans une conception synthétique. Autre coïncidence, cette littérature a vu le jour en même temps en France, en Allemagne et en Angleterre, pratiquement sous le même titre : les lois de la vie, die Lehre von dem Leben, the laws of organic life, équivalents du mot grec *biologie*, même si les contenus ne sont pas entièrement superposables. L'interprétation varie mais le but est le même : définir une science de la vie et en tracer les limites. On citera les noms de Bazin, Chevrel-Dessaudrois, Fodéra et Fourcault en France ; Erasmus Darwin, Herdman, T. Brown et Garnett en Angleterre ; Becker, Buquoy, Cretzschmar et Schlever en Allemagne. Ce serait donc restreindre la portée historique du mot en le limitant à ces trois inventeurs. Cependant, malgré l'abondance relative d'une littérature peu connue, la genèse du mot reste entourée de multiples inconnues.

Se tourne-t-on vers Lamarck et Treviranus, ils fournissent deux ordres d'arguments. Il se rendent compte que le temps est arrivé de donner un contenu dynamique à l'énorme amas de matériaux, plantes et animaux, accumulé pendant des siècles, que Linné avait classé et que la méthode naturelle nouvellement née réarrangeait suivant un ordre auquel Lamarck

avait largement contribué. Il y avait en plus de cette tournure dynamique, une réaction contre les « épigones » de Linné qui persistait à découvrir des espèces nouvelles sans nombre, mais aussi sans réalité dans la nature. La treizième édition du *Systema naturae* de Linné revue par Gmelin (1788) fournissait ample matière à critique aux savants tels que Cuvier et Lamarck.

Treviranus, qu'on cite souvent mais dont l'œuvre reste pratiquement inconnue, définit son programme de travail dans une formule destinée à saisir la vie dans son intégralité : « Les objets de notre recherche seront les différentes formes et phénomènes de la vie, les conditions et les lois dans lesquelles leur état existe, ainsi que les causes qui les déterminent. La science qui s'occupe de ces objets, nous la désignerons sous le nom de Biologie ou Science de la Vie » (2). Ce programme si prometteur ne semble pas avoir été entièrement tenu. La science de Treviranus est fondée sur l'idée que la vie résulte de l'interaction d'une substance susceptible d'animation (*lebensfähig*), notion banale à l'époque, et d'une force vitale étrangère à l'organisme. D'autres forces interviendraient, telle la « force répulsive » émanant davantage de la philosophie de Kant que de la réalité des faits.

Il y a identité entre les forces de la nature, conçue comme un organisme vivant à la manière de Schelling, et les forces propres à chaque organisme. Le mécanisme et la chimie ne sont pas entièrement exclus, mais Treviranus tombe dans la contradiction quand il rejette le matérialisme et accepte que les mêmes lois régissent les mondes vivant et minéral.

L'œuvre de Treviranus, un peu touche à tout, est desservie par le recours aux conceptions anciennes de la génération spontanée, du type Buffon et Needham, et de l'échelle des êtres, cette dernière ne faisant pas appel à un évolutionnisme génétique conséquent. Baron estime même que Treviranus est retombé dans l'ornière des sciences naturelles anciennes où la classification tient une place importante, sans qu'elle soit pour autant un instrument heuristique, et constate que le mot biologie a presque disparu de son œuvre (3). D'autre part, une place trop large est accordée à la physiologie d'organes. Deux faits sont à retenir : Treviranus n'a su se soustraire, ni aux influences philosophiques de son temps, ni à l'emprise du vitalisme. Il lui a surtout manqué la conception matérialiste de la vie, qui assure l'homogénéité et la pérennité de l'œuvre lamarckienne. Il faut reconnaître cependant que l'influence de Treviranus s'est exercée au XIX^e siècle, non seulement dans son propre pays, mais surtout en Angleterre et même en France ; c'est sa conception qui a créé la confusion entre la biologie et la physiologie, ainsi que le remarque Dujardin sans citer son nom. Il faut ajouter, en toute objectivité, que les six volumes de sa *Biologie* qui s'évaluent sur vingt ans (1802-1822) n'ont jamais fait l'objet d'une étude critique poussée.

Lamarck, dont l'œuvre est bien mieux connue, mais souvent mal comprise, incorpore la biologie dans la vue plus vaste d'une science de la terre et se propose d'étudier les corps vivants, leur genèse et leur passé,

leur devenir et leur comportement, leurs actions et réactions avec le milieu qui les entoure. Il ouvre la voie à l'évolutionnisme qui est inséparable de sa biologie, sans qu'il s'agisse du point de départ de sa conception globale de la vie, à l'encontre de ce qu'on pense trop souvent. De ce point de vue, sa réussite a été complète parce qu'il a su formuler une théorie homogène malgré l'absence de données objectives sur un certain nombre de points que la science de son temps n'était pas en mesure de lui fournir, et auxquels il a suppléé par des hypothèses sans lendemain. Il est intéressant de remarquer que Darwin ne mentionne pas Treviranus dans ses écrits, tandis que les références à Lamarck abondent, que son nom soit cité ou non.

Les raisons scientifiques de la création du mot biologie sont évidentes mais n'ont pas été seules à jouer. La lecture de la maigre littérature disponible révèle que les arguments étymologiques n'étaient pas négligeables. Sous la poussée du renouveau des études philologiques, en Allemagne en particulier, où le retour aux sources a joué un rôle déterminant, on s'est aperçu que le mot physiologie, dans le sens que lui donnaient les philosophes de la Grèce antique, embrassait tous les phénomènes naturels et non pas seulement ceux de la vie organique. Ce dernier sens lui a été donné par Fernel en 1542, et la physiologie spécialisée de l'homme le garde encore de nos jours. Le mot biologie devait être substitué à celui de physiologie pour désigner les sciences de la vie par rapport aux autres sciences de la nature. Le terme biologie n'a pas été le seul proposé et d'autres termes ont vu le jour : *zoonomie* proposé par Rudolphi et Royer-Collard, *zoologie générale* par Jaeger, *biologie* ou *organonomie* par Tiedemann qui les a abandonnés par la suite, *zoobie* et *phytobie* parmi plusieurs termes proposés par Ducrotay de Blainville. Tous ces noms sont restés sans lendemain. Ces essais ont provoqué une confusion entre les deux mots, qui s'est prolongée pendant tout le ^{xix}^e siècle et qui résultait de leur contenu commun, science de la vie (4). Les naturalistes et les physiologistes n'ont pas su l'éviter, à l'exception de Lamarck (et plus tard de Littré), qui a nettement séparé les deux sciences et a compris que la biologie dépasse, tout en l'englobant, l'étude actuelle de l'organisme vivant, but du physiologiste (5), concerne le passé du monde vivant et s'engage dans la voie du transformisme. Le facteur temps, auquel Lamarck attache une importance inconnue jusqu'à lui, change radicalement la perspective du problème. L'exemple le plus illustre de la confusion entre physiologie et biologie est celui d'Auguste Comte, à qui on attribue inexactement la diffusion des idées lamarckiennes. Seul Walter Baron a évité l'erreur. Quant à Auguste Comte, bien qu'il ait adopté la terminologie et sa classification, il n'a pas compris le fond de la pensée de Lamarck. Il dénigre l'idée d'évolution, ainsi qu'on peut s'y attendre de la part d'un penseur inféodé au fixisme de Cuvier, et réduit l'objet de la biologie à l'établissement d'une harmonie entre l'anatomie et la physiologie (6), pour le plus grand bien de l'homme. Les naturalistes, et surtout les physiologistes, ont fait cette même confusion qui a pris fin avec le

xix^e siècle. Heureusement, elle a porté sur la terminologie sans affecter la recherche d'hommes aussi illustres que Magendie, Claude Bernard et Charles Robin en France; Bostock, William Lawrence, Carpenter, Thomas Huxley et Burdon-Sanderson en Angleterre. La confusion biologie-physiologie explique peut-être la retenue de Darwin qui ne s'est jamais servi du mot biologie, pas plus que de celui d'évolution, sauf une fois, non dans son œuvre imprimée, mais dans une lettre adressée à Fritz Müller en 1882.

Toutes ces données, pour intéressantes qu'elles soient, laissent dans l'ombre la question essentielle des fondements sur lesquels la notion de biologie a été bâtie. On peut, cependant, reconstituer sans trop de difficulté les conditions nécessaires à son établissement.

La première condition était de séparer le vivant du non-vivant. Cela était moins facile à réaliser qu'il n'y paraît à première vue, à cause d'une conception hylozoïque de la nature, dominante au xviii^e siècle, qui s'accordait avec l'échelle des êtres. Certains ont affirmé que la biologie n'était pas concevable au xviii^e siècle parce que la notion de vie n'existait pas (7). Simple vue de l'esprit que n'étaye aucun fait et aboutit, paradoxalement, à attribuer une place de choix dans la genèse de la notion de biologie au fixiste Cuvier, grâce à un jeu de concepts dont le moins qu'on puisse dire est qu'ils manquent d'historicité. Si celle-ci a pris corps en 1802, ce n'est point par génération spontanée, mais parce qu'un long travail antérieur l'avait préparée. L'idée d'une nature entièrement animée était un héritage des alchimistes de la Renaissance, pour qui les minéraux possédaient une vie plus obscure que celle des végétaux, qui était elle-même moins intense que celle des animaux. Cependant, la séparation du monde vivant des minéraux commençait à être réclamée dans la deuxième moitié du siècle par les naturalistes les plus en vue : Buffon, Pallas, Blumenbach, Daubenton, Vicq d'Azyr et Antoine-Laurent de Jussieu. Il fallait trouver un critère certain qui sépare le vivant du non-vivant en même temps qu'il unifie plantes et animaux en un seul règne. Ce double critère, à la fois différentiel et unificateur, était fourni par l'organisation, notion solidement établie au xviii^e siècle, caractérisée par son universalité, qui s'appliquait à tous les organismes indépendamment de la simplicité ou complexité de leur structure et de leur place dans l'échelle taxinomique. Grâce à l'organisation s'est constitué le *règne des êtres organiques*, par opposition au *règne inorganique* des minéraux. C'était un retour à l'ancienne conception d'Aristote, qui l'avait formulée plus de deux mille ans auparavant, et à laquelle les alchimistes de la Renaissance, Basile Valentin, Colesson et Emmanuel König ont substitué celle des trois règnes. La notion d'organisation a atteint son apogée avec Lamarck, et Dicrot de Blainville a pu écrire avec raison qu'elle représentait « une de ces phases par laquelle la science de l'organisation a dû passer pour arriver à ce dernier terme » (8). Dans *Recherches sur l'organisation des corps vivans* (1802), Lamarck insiste sur les rapports entre la biologie et l'organisation, y revient dans le manuscrit longtemps inédit, *La Biologie*, publié par

Grassé (9), ainsi que dans l'ensemble de son œuvre imprimée. Le grand mérite de Lamarck a été de donner à la notion d'organisation une signification qui implique le temps et l'espace.

A elle seule, l'organisation n'aurait pas suffi comme critère différentiel entre le vivant et le non-vivant. Deux objections ont été soulevées. La première concerne l'analogie entre les corps vivants et les cristaux, qui étaient considérés comme des corps organisés. Depuis la découverte de leur structure microscopique par Leeuwenhoek, ils servaient de modèle d'organisation aux corps vivants (l'inverse s'est produit aussi) (10), et les exemples de confusion entre la croissance des deux catégories de corps n'ont pas manqué jusqu'à ce que les notions de juxtaposition et d'intus-susception les départagent.

L'autre objection soulevée par John Hunter (10a) était l'état de l'organisme après la mort, où l'organisation persistait sans vie pendant quelque temps. On peut rapprocher de cet exemple le cas des animaux réviviscents, où la vie reste dormante pendant des années pour se réveiller sous l'action d'une goutte d'eau. Il fallait donc trouver des caractères dont la spécificité ne puisse pas être mise en doute. L'équivalent biologique du feu volé par Prométhée pour animer la statue a été la notion d'échanges entre les fluides et les solides, que seuls les corps vivants manifestent. L'organisation rend les échanges possibles et, en retour, les échanges entretiennent l'activité de l'organisation. Ce fut le deuxième fondement du concept de biologie, science de la vie.

La construction de la biologie se situe dans le cadre plus vaste d'une conception nouvelle de la nature. Le XVIII^e siècle a écarté la thèse, régnant depuis la Renaissance, d'après laquelle la nature n'est que l'exécutant du pouvoir du Créateur et suit aveuglement des lois dictées une fois pour toutes. Cette conception était essentiellement statique. Au XVIII^e siècle, l'idée métaphysique de la création ne satisfait plus les esprits qui lui substituent une conception dynamique englobant les phénomènes organiques. Désormais, la nature devient créatrice par ses propres moyens, ses manifestations débarrassées d'entraves métaphysiques peuvent être étudiées en elles-mêmes et l'idée de changement organique n'est pas le moindre avantage qu'on peut en tirer. Les professions de foi déiste, comme celles de Buffon et de Lamarck, n'affectaient pas l'interprétation matérialiste des phénomènes de la vie.

Au XIX^e siècle, la notion d'organisation modelée sur la machine cartésienne devient la loi que les naturalistes acceptent. Ils reconnaissent qu'elle seule remplit les conditions qui rendent possibles les manifestations de l'ensemble des phénomènes désignés par l'entité métaphysique *vie*.

Pour Cuvier, « il n'y a que les *corps organisés* qui puissent jouir de la vie » (11) et il souligne l'importance de ce fait. Pour Richerand, qui fait intervenir le facteur temps, la vie « est un ensemble de phénomènes qui se succèdent pendant un temps limité dans les corps organisés » (12). D'après Béclard, « on appelle vie l'ensemble des phénomènes propres aux corps organisés » (13), et pour Dugès « la vie est l'activité spéciale des

corps organisés » (14). Blainville voit dans la vie le mode d'activité de la matière organisée, formule reprise par Robin : « Il n'y a pas de *propriétés vitales* en dehors de la matière organisée » (15). On peut ajouter les noms de Tiedemann et de Duvernoy, mais il serait fastidieux d'allonger une liste d'auteurs qui sont unanimes à accorder la primauté à l'organisation. Signe des temps, le mot organisation synonyme de vie passe dans les nombreux dictionnaires scientifiques et médicaux de l'époque, à l'encontre du mot biologie.

Cette répétition de noms et de définitions, malgré sa monotonie, est nécessaire pour montrer que l'importance de la notion d'organisation dans l'histoire de la biologie a été méconnue par les historiens, qui ont tout au plus attribué cette notion à Lamarck. On voit, par ailleurs, combien cette version s'éloigne des conceptions des philosophes : la vie est définie désormais par ses fonctions et non plus en tant qu'abstraction métaphysique. Les physiologistes finiront, comme Claude Bernard par exemple, par éliminer de leur vocabulaire l'expression « phénomènes de la vie ».

Une autre remarque est que l'organisation s'est imposée comme exprimant à elle seule la vie dans sa totalité, à l'exclusion des propriétés dont on avait voulu en faire les caractéristiques : irritabilité, sensibilité ou excitabilité qui sont, en fait, non pas surajoutées, mais produites par l'organisation.

CHAPITRE II

LA NOTION D'ORGANISATION ET LA MACHINE CARTÉSIENNE

Peu d'hommes de science ont exercé une influence comparable à celle de Descartes sur les sciences de la vie. Il n'est probablement pas exagéré de dire qu'à part Aristote, l'unique, aucun ne l'a égalé, et qu'à partir de 1664, date de la publication du *Traité de l'Homme*, naturalistes et expérimentateurs se sont soumis à la loi de la machine cartésienne qui a atteint son apogée au xix^e siècle. Il faut juger Descartes par son efficacité, c'est-à-dire par l'influence qu'il a exercée sur les sciences de la vie. On a insisté de préférence sur ses erreurs, qui sont incontestables, mais qui limitent son influence dans des proportions sans rapport avec la réalité.

La validité de la machine cartésienne comme modèle applicable aux sciences de la vie a été contestée de longue date et, sans doute, le sera-t-elle encore longtemps, preuve certaine de sa vitalité. On a voulu en faire tout au plus une page de l'histoire des sciences de la vie, vite tournée, alors qu'elle s'inscrit à chaque page de cette histoire. On l'a prise pour l'erreur d'un esprit métaphysique, que la marche de la science s'est chargée de démentir, sans égard pour l'influence que la physique a exercé sur cette métaphysique, et sur son contenu matérialiste qui a apposé sa marque indélébile sur les sciences de la vie. Même ses opposants les plus déterminés ont fini par être pris dans l'engrenage de la machine cartésienne, après avoir suivi les voies détournées que leur imposaient leurs convictions antimatérialistes. Curieusement, les détracteurs de Descartes se recrutent parmi les historiens des sciences, tandis que les adeptes de la doctrine de la machine sont des scientifiques de première grandeur.

Le chef de file des historiens de Descartes le mal-aimé fut Daremberg (1870). D'après lui, le *Traité de l'homme et du fœtus* n'a exercé aucune influence sur les anatomistes, physiologistes et cliniciens, et l'influence du *Discours de la méthode* a été indirecte.

Guyénot affirme que les conceptions de Descartes ont été réfutées par les « progrès de la physiologie », et s'étonne que la machine cartésienne ait pu susciter l'enthousiasme et « créer une véritable école » (1). Roger affirme que, dès la deuxième moitié du xvii^e siècle, « l'expérience et l'observation ruinent le mécanisme, plus précisément celui de Descartes et des géomètres » (2). Dans la Préface d'un ouvrage qui mérite à peine d'être cité, Jean Rostand le traite de « piètre physiologiste, qui a multiplié les erreurs, prodigué les naïvetés et les bévues » (3), et bon nombre d'aménités du même genre qui se passent de commentaires.

S'appuyant sur des arguments épistémologiques, Canguilhem dénie à

Descartes la paternité du réflexe (4), car les voies qu'il a suivies ne pouvaient pas le mener à l'élaboration du concept. Ces arguments laissent indifférents les physiologistes spécialistes de la question qui, eux, se réclament de Descartes.

Ces opinions contrastent avec l'enseignement de l'histoire et les témoignages des physiologistes et naturalistes contemporains de ces historiens. En fait, la signification de la machine cartésienne pour les sciences de la vie est bien plus importante que ne le pensaient ses partisans les plus fidèles, parce qu'elle dépasse la physiologie et s'étend au concept bien plus vaste de biologie, considéré à travers la notion d'organisation assimilée à la machine cartésienne. La négation de l'influence du mécanisme cartésien est un problème d'historiographie et non d'histoire. Il témoigne des difficultés que rencontrent les scientifiques sans formation d'historien et les historiens sans formation scientifique, et on ne peut qu'approuver Hall, homme de science et historien à la fois, qui remarque avec raison combien la physiologie de Descartes est « generally misrepresented by historians of science » (5). Il n'est que trop facile de relever les erreurs de fait et d'interprétation de Descartes, déjà en retard sur son propre temps par rapport à son contemporain Harvey dont il a diffusé l'idée de la circulation du sang, mal reçue à l'époque, ce dont Harvey lui est reconnaissant. Haller, qui critique la physiologie de Descartes, s'empresse d'ajouter à propos de la découverte de Harvey : « sans l'autorité naissante, mais bientôt toute-puissante de Descartes, je ne sais si la vérité aurait prévalu » (6). Pour Cuvier, qui reprend la même idée, « La découverte de Harvey devint tout-à-fait populaire lorsque Descartes la prit pour base de sa physiologie » (7). Le rôle actif attribué à la diastole dans la contraction cardiaque, qui revient en fait à la systole, a alimenté l'esprit critique de nombreux historiens qui l'ont exploité à souhait. Mais ils n'ont fait que répéter, sans le citer, une critique adressée par Harvey à l'« ingenious and acute Descartes » (8), sans l'intégrer dans la conception d'ensemble, logique et non expérimentale il est vrai, de la machine cartésienne dont le contenu matérialiste représentait un progrès considérable pour l'époque, et qui ne s'est jamais démenti par la suite.

Des critiques ont porté sur certains aspects variés du cartésianisme comme les esprits animaux, héritage galénique, nullement propres à Descartes, mais que Descartes matérialise en les faisant dériver du sang. De même, on a avancé qu'il avait été « privé des secours de la chimie » que, paradoxalement, il voulait par ailleurs assujettir à ses propres lois (9), affirmation qu'aucun argument ne soutient parce qu'on ne précise pas de quelle chimie il s'agit. Pour Descartes, la chimie du jour était celle des alchimistes, dont le fondement est « leur sel, leur soufre, et leur mercure » (10), ces chimistes qui font « semblant de savoir ce qu'ils ignorent ». Harvey n'était pas plus tendre à l'égard des chimistes.

Un aspect particulier du cartésianisme qui nécessite un moment d'attention est l'embryologie. Bien qu'il s'agisse d'un aspect secondaire, il a été amplifié à souhait à l'aide d'une argumentation arbitrairement choisie

pour en faire la fondation même de l'œuvre de Descartes ; l'enjeu était de taille, puisqu'il concernait la validité de la totalité du mécanisme. Qu'il ne s'agisse pas d'un chapitre d'importance majeure, on peut le voir dans le fait que les historiens de l'embryologie en parlent en général sans lui attacher une importance particulière. Roger seul met en vedette l'embryologie de Descartes et lui attribue une importance sans rapport avec la réalité historique. Elle doit servir à la démolition du mécanisme en général, et du cartésianisme en particulier, et rouvrir la voie au créationnisme menacé. L'insaisissable génération devait servir de moyen.

La première question qui se pose est de savoir la raison de ce choix privilégié dont bénéficie Descartes. On sait qu'au ^{xvii}^e siècle l'état de confusion des esprits en matière de génération était tel que le nombre des théories explicatives avait atteint des proportions impressionnantes. Blumenbach cite Drélincourt et les deux cent soixante-deux « grundlose Hypothesen » (11) connues de son temps. Or, Drélincourt est mort en 1697 et la cascade d'hypothèses stériles a continué au siècle suivant. Descartes bénéficie donc d'un choix privilégié. A quoi cela tient-il ? A « la clarté de son idéal mécaniste ». Mis à l'épreuve du problème de la génération, cet « idéal » devait faire naufrage et prouver la « netteté de son échec » (12), C. Q. F. D. On s'en prend donc à l'idée de mécanisme, et non à la machine même qui tombe en pièces détachées par manque d'un constructeur reconnu : « une machine n'existe que par le mécanicien qui l'a construite » (13). Le concret est aboli par l'abstrait.

Les considérations invoquées ont peut-être une signification philosophique ; elles sont loin d'être scientifiques. Curieusement, et sans doute involontairement, Roger applique un procédé très cartésien, qu'il critique par ailleurs, l'*a priori*. Il pense que « l'embryologie pouvait bien être, en définitive, la pierre de touche de toute la science cartésienne » (14), parce qu'elle serait l'équivalent pour l'être vivant de la genèse de l'univers, et donnerait une meilleure compréhension de sa nature. Il est certain que Descartes a manifesté l'intention de montrer ce parallélisme, mais il voulait montrer aussi que les causes naturelles agissent en toutes les circonstances (15). Cette attitude matérialiste est importante pour l'époque. Mais rien dans les écrits de Descartes n'autorise cette primauté accordée à la génération, primauté qui découle d'un choix arbitraire. En vertu de ce choix, Roger pense pouvoir affirmer « que tout le succès de la « physique » cartésienne dépendait bien, aux yeux de Descartes lui-même, de la solution qu'elle apporterait aux problèmes de la génération » (16). L'argument offert à l'appui de cette affirmation (Lettre citée par H. Gouhier) ne la justifie pas. Il n'empêche de constater que Descartes a achevé le gros de sa « physique » sans traiter de la génération, et sans que cela porte préjudice à l'ensemble de sa conception mécaniste. Le manque de liaison entre le macrocosmos et le microcosmos n'a pas affecté l'intégrité et le fonctionnement de la machine cartésienne. L'affirmation que Descartes n'a pas publié la solution qu'il « pensait avoir trouvée » (17) parce que la mort l'a empêché de faire les expériences qui

l'auraient prouvée est une déduction, non une preuve. La seule question qu'on peut se poser est de savoir pourquoi Descartes a éprouvé le besoin de faire ses expériences avant de conclure sa physique, ainsi qu'il le dit expressément. En « méditant » sur les « causes de sa formation » (de l'animal), il avait découvert ce qu'il attendait. Conformément à sa tournure d'esprit, les expériences auraient confirmé les conclusions de ses réflexions. Cette fois-ci, il estime que les expériences sont un préalable nécessaire. Serait-ce à cause du doute méthodique ?

Le problème de la génération était à l'époque un problème nébuleux, propre à toutes les spéculations philosophico-littéraires, sans possibilité d'investigation et encore moins d'explication scientifique, dont la solution devra attendre la deuxième moitié du XIX^e siècle. En 1762, un siècle après la publication du *Traité de l'Homme*, le préformationniste et anti-cartésien Bonnet écrit : « La génération est un mystère qu'on découvrira peut-être un jour » (18). En 1817 Cuvier écrit : « La naissance des êtres organiques est donc le plus grand mystère de l'économie organique et de toute la nature » (19). De plus, Cuvier exprime l'identité entre la vie et le mouvement, à l'image de l'horloge, sans que cette comparaison s'impose dans cette circonstance. Avant eux Diderot, qui est cité ici simplement parce que pour certains auteurs il représenterait un sommet de la pensée biologique en France au XVIII^e siècle, affirme que la génération est un « mystère » (20). Cette liste peut être allongée à volonté. Ce problème a indéniablement agité le monde scientifique des XVII^e et XVIII^e siècles, mais il n'avait ni l'exclusivité, ni l'interprétation univoque, ni même la primauté parmi les problèmes du temps. Il s'agissait d'un problème au stade préscientifique (*), et qui dit préscientifique dit philosophique, tandis que la machine cartésienne s'imposait dans la science indépendamment des considérations philosophiques dont elle émanait. Si, par exemple, la préformation a été une réaction contre l'épigenèse, elle ne visait pas Descartes en particulier mais était dirigée contre Aristote et surtout contre Harvey, bien connu en France à l'époque, et autrement plus important que Descartes. C'est à Harvey que l'épigénésiste Maupertuis (Dr Baumann) accorde une place de choix dans sa *Vénus physique*, comme le préformationniste Malpighi avant lui, tandis que Descartes est cité en passant. Il n'avait donc pas l'importance de Harvey, même aux yeux des épigénésistes. Cependant, Maupertuis reconnaît que son explication de la formation du fœtus « a quelque chose de remarquable » (21). La préformation n'a fait qu'esquiver le problème de la génération en l'attribuant à la création divine, tandis que l'autre aspect qui fait son originalité, le développement de l'organisme préformé, est expliqué suivant les canons les

(*) Toute la critique de l'essai de Roger serait différente s'il avait averti le lecteur qu'il était « historien plus familier des problèmes des périodes préscientifiques » (Structuralisme et Marxisme, Paris 1970, 222. Coll. 10-18). Quant aux problèmes strictement scientifiques, ils existaient bien aux XVII^e et XVIII^e siècles, mais ils sont négligés des historiens.

plus orthodoxes du mécanisme, ainsi qu'en témoignent les champions de la doctrine, Bourguet, Bonnet et Haller.

Les naturalistes du temps ne s'y sont pas trompé ; ils ont su distinguer entre l'inconnue qu'était la génération, et le modèle de la machine cartésienne qui expliquait le développement et le fonctionnement de l'organisme. Malpighi évoque l'analogie entre le développement de l'embryon et la machine formée, et s'il est juste de rappeler que pour Claude Perrault la « Mécanique » n'expliquait pas « tout » (22), il faut ajouter que ses explications du fonctionnement de l'organisme s'appuient sur le mécanisme. Il déclare être plus proche de la nouvelle « secte » (les cartésiens) que de toute autre. Regnier de Graaf ne s'embarrasse pas de considérations philosophiques dans ses belles expériences sur les ovaires, et Sténon, un croyant pur s'il en fut, ne se préoccupe que des lois naturelles et des principes de la nature (23). Le futur évêque de Persépolis n'a jamais permis la moindre intrusion de la théologie dans l'explication de l'organisme. Ses critiques de Descartes à propos du rôle de l'épiphyse sont fondées sur des arguments mécaniques. Les naturalistes à esprit scientifique (*), c'est-à-dire ceux qui travaillaient de leurs mains, n'ont pas contribué à mettre en « échec » le mécanisme.

Il est intéressant de relever à ce point la remarque de Delage : « Quoi qu'il en soit de la position qu'il a prise dans la question, Descartes n'en est pas moins le promoteur de la Biomécanique, et la théorie du développement de Roux, si supérieure à elle dans le détail qu'on ose à peine les comparer, n'en repose pas moins sur un principe identique » (25). Quant à Roux, il caresse l'espoir d'être lu un jour par les étudiants avec autant d'intérêt que lui-même avait lu Descartes (26).

Signalons un autre échec plus grave : « Il y a cependant un problème où l'échec de la biologie cartésienne est encore plus manifeste, si manifeste même que Descartes a dû s'en apercevoir : c'est celui de la détermination du sexe de l'embryon » (27). L'ironie serait facile, mais il faudrait commencer par l'appliquer à Hippocrate, Aristote et Galien, qui ont échoué bien avant lui et la retenue s'impose devant ces noms.

Tout l'éclat donné à l'embryologie de Descartes semble avoir pour but la démolition du mécanisme, qui pénétrait irrésistiblement la pensée et la pratique courante des hommes de science et, à travers lui, le matérialisme, pour mettre en valeur une conception créationniste de l'organisme. D'ailleurs, Roger se rend compte qu'il pousse les choses à l'extrême et ajoute prudemment que son interprétation de l'échec de l'embryologie de Descartes est justifiée « s'il est vrai, comme nous l'avons dit, que l'embryologie était une pièce essentielle du système cartésien » (28). Ainsi le conditionnel se conjugue à la vérité historique.

(*) On se demande ce que l'exemple de Leeuwenhoek dont « rien n'est moins cartésien que le génie » (24) peut signifier. Il s'agit d'un empirique qui ne se rendait pas toujours compte de la valeur de ses propres découvertes, comme dans le cas des Rotifères révisés qui devaient servir la cause du mécanisme. Ses interprétations n'ont jamais égalé la qualité de ses lentilles.

Le style est à la mesure du contenu. Des expressions surprenantes parsèment le texte : « l'échec terriblement grave », « la ruine de son embryologie », « les orgueilleuses prétentions de Descartes », sa « folle témérité », témoignent d'une attitude partisane, contrastant avec la retenue habituelle du langage de l'historien. Elles rappellent davantage un chœur de tragédie antique, chantant la fatalité inexorable de la chute de Descartes, qu'une appréciation scientifique. Il est vrai qu'on est en pleine littérature, confondue avec l'histoire. Il est vrai aussi que l'orgueilleux Descartes, nouveau Lucifer, ambitionne de recréer le monde et se substitue à Dieu.

Il est préférable de s'en tenir à l'opinion pondérée du grand historien et embryologiste Joseph Needham. Sans évoquer le moindre catastrophisme, pas plus que les autres historiens, il reconnaît l'échec, inévitable à l'époque de Descartes, comme de Gassendi, les deux ayant formulé des lois générales avant d'avoir assez de faits pour les justifier : « But the spark was not to die ». En œuvrant pour le mécanisme, « he was many years before his time » (29). L'avenir de la biologie appartenait au mécanisme, et la suite de l'histoire en livre une succession de preuves.

Toute discussion du rôle du cartésianisme dans les sciences de la vie impose un choix, parce que toutes ses propositions n'ont pas la même portée historique. Le cas de Descartes n'est pas isolé, et un rapprochement peut être fait avec Newton dont toutes les données n'étaient pas applicables aux sciences de la vie. Le newtonisme, qui présentait l'avantage de juger de la cause des phénomènes d'après les effets constatés en dehors de tout *a priori*, a essuyé un échec complet dans ses applications à la physiologie, malgré les efforts de Keill, Jurine, Pemberton, et surtout Hales, et sa vogue a été de courte durée. Par contre, l'attraction de Newton a exercé une influence plus durable, non pas par sa valeur explicative, mais en tant que modèle à égaler. De même que l'attraction réunissait sous la même loi des phénomènes astronomiques et physiques apparemment disparates, les physiologistes aspiraient à trouver une loi équivalente qui régisse une multitude de phénomènes vitaux, et dont l'irritabilité ou la sensibilité offrait des équivalents sans lendemain (30). Plus heureuse, la machine cartésienne a connu des succès inaccessibles au newtonisme et on pourrait paraphraser Descartes en disant que « le vrai office de l'historien de la raison est d'examiner la juste valeur de tous les biens » (31).

Les rapports du mécanisme cartésien avec les sciences de la vie doivent être envisagés sous trois aspects différents. Tous n'ont pas joué le même rôle.

Le premier aspect est la transposition pure et simple, mécanique devrait-on dire, des notions d'étendue et de mouvement des éléments corpusculaires à l'organisme vivant, qui s'est soldée par un échec complet. L'hypothèse des trois sortes de particules en mouvement postulées par Descartes n'a pas fait avancer la physiologie parce qu'elle ne rend compte ni de la morphologie ni des propriétés physiques et chimiques de l'orga-

nisme, contrairement à ce qu'il pensait. Il ne pouvait sauter du niveau corpusculaire au niveau de complexité extrême que représente l'homme, son exemple préféré, c'est-à-dire de la physique à la biologie, sans passer par les phases intermédiaires de la chimie et de la morphogenèse, chacune soumise à ses propres lois. L'évolution de la matière était un problème qui ne se posait pas à une époque où la notion de différences entre les corps était quantitative et non qualitative, portant sur la matière en tant que telle ou sur la force. Il est intéressant de constater que l'évolution organique, essentiellement qualitative, qui sera découverte par Lamarck, est fondée sur la notion d'organisation calquée sur la machine cartésienne.

Le deuxième aspect est l'iatromécanisme, du nom de l'école médicale qui en est issue. Là aussi on peut compter les échecs. Les systèmes physiologiques de l'homme : sécrétion, nutrition, fonctions nerveuses, etc... ne s'expliquent pas en termes de poulies, leviers, ressorts, filtres et tuyaux. La mise en théorèmes de l'organisme est un idéal cartésien que la biologie ne pourra jamais atteindre : « si on connaissait bien quelles sont toutes les parties de la semence de quelque espèce d'animal, en particulier par exemple de *l'homme*, on pourroit déduire de cela seul par des raisons entièrement mathématiques et certaines, la figure et la conformation de chacun de ses membres, comme aussi réciproquement en connaissant plusieurs particularités de cette conformation, on en peut déduire quelle en est la semence » (32).

Il y a là, cependant, une prescience de ce que donne la connaissance du génotype individuel : la possibilité de prédire les particularités que la composition génique confère à l'organisme.

Aristote fut sans doute le premier à nier la valeur des mathématiques dans l'explication biologique. Des mathématiciens devenus biologistes, comme Maupertuis et Buffon, seront du même avis. Claude Bernard et Darwin ne parleront pas autrement.

En fait, l'iatromécanisme n'a pas été un échec total, si l'on considère les résultats positifs obtenus par Borelli en matière de physiologie musculaire.

Le mécanisme n'est pas né avec Descartes. Sans remonter jusqu'à Straton et Erasistrate, la physiologie de la circulation de Harvey n'est qu'une application de la mécanique hydraulique conforme à l'esprit de Galilée. On peut même dire que l'aristotélicien Harvey n'a fait que fermer le système de canaux d'irrigation des champs cultivés, qui servait d'image à Aristote ; qu'il a récupéré le sang qu'Aristote faisait perdre dans les tissus, et l'a fait revenir à son point de départ le plus mécanique du monde. C'est pourtant Descartes qui a fait du mécanisme une doctrine à portée générale parce qu'applicable à tous les degrés d'organisation, condition préalable à une conception mécanique de la vie. Avant lui, il était difficile au physiologiste de lui échapper, après lui il en est devenu l'esclave. Le mécanisme est moins responsable des échecs subis par le cartésianisme que l'extension excessive que lui a donné Descartes pour satisfaire à la logique de son système. Aussi Vicq d'Azyr

voit-il juste quand il affirme qu'il ne faut pas abandonner le mécanisme « parce qu'on en a fait un mauvais usage » (33). L'anatomie comparée, dont il a été l'un des initiateurs, devait confirmer cette opinion.

L'influence de Descartes sur la marche de la physiologie ne réside pas dans le détail des mécanismes physiologiques invoqués à propos d'un système d'organes, mais dans l'unité de sa conception de la machine organique ; et il ne faut pas confondre sa physiologie déficiente avec l'influence durable qu'elle a exercée sur la méthode expérimentale en physiologie.

L'influence sur la méthodologie représente un aspect original des rapports du cartésianisme avec les sciences de la vie. Elle a été considérable, et aucun physiologiste ne lui a échappé parce qu'aucune méthode n'offrait la rigueur scientifique du mécanisme, garanti par la « disposition des organes » (34) qui s'imposait aux yeux de l'anatomiste qui disséquait comme du physiologiste qui expérimentait. De ce point de vue, la réduction de la physiologie à la physique, géométrisée mais non accompagnée de calculs mathématiques, procédé utilisé par les newtoniens, a constitué un progrès considérable. Le principe de toute expérimentation consiste en des opérations qui détraquent et réparent successivement la machine. Les détails de ces opérations sont des ajustements à des cas particuliers, et la subdivision de l'ensemble de la machine en machines particulières n'est pas contraire à la méthode cartésienne. On ne voit pas comment les différentes fonctions pourraient s'exercer autrement que par des mécanismes particuliers, sans oublier que la valeur analytique conférée par le mécanisme à la méthodologie serait illusoire. Le caractère anatomique de l'organisation, la diversité des organes qui accomplissent une multiplicité d'actions, expliquent l'existence de machines particulières constituant l'ensemble de la machine organique ; il n'y a pas là une négation, même partielle, ou une restriction du cartésianisme comme l'affirme Roger (35). Cette idée sera, par la suite, utilisée par tous les physiologistes ; elle est imposée par la structure de l'organisme, et Bichat l'étendra des organes aux tissus. De ce point de vue, le retentissant *Discours sur l'anatomie du cerveau* de Sténon est représentatif. Prononcé à Paris peu de temps après la parution de *De l'homme* (1665), il critique les vues de Descartes, surtout à propos du rôle physiologique de la glande pinéale, mais il reconnaît que la machine « enseigne une méthode des usages des parties du corps humain » (36), que Sténon suit fidèlement. Il recommande la méthode pour l'étude du cerveau qui, étant une machine, doit être étudié par les « voyes » dont on se sert pour l'étude de toute machine : « Il ne reste donc qu'à faire ce qu'on feroit en toute machine, j'entends de démonter pièce à pièce tous ses ressorts et considérer ce qu'ils peuvent faire séparément et ensemble » (37).

Le xix^e siècle a vu le triomphe de la méthode expérimentale en biologie, qui a été codifiée, et les contributions de Descartes ont été reconnues. Il s'agit de préciser les éléments cartésiens qui ont trouvé leur voie dans la méthode (38).

Claude Bernard remarque qu'en ramenant les phénomènes physiologiques à la physique, Descartes a montré que les mêmes lois mécaniques régissent le monde organique et le monde inorganique, qui trouvent de ce fait un lien unificateur. Lavoisier apportera le pendant en montrant leurs assujettissements aux lois chimiques.

En faisant du corps et de l'âme deux substances différentes caractérisées, l'une par l'étendue, l'autre par la pensée, Descartes libère le fonctionnement de l'organisme de toute contrainte métaphysique. Donnée fondamentale, la cause réside dans l'organisme même, son contenu est matériel. L'image du corps vivant est la « montre ou tout autre automate c'est-à-dire une machine qui se meut de soi-même » et « a en soi le principe corporel des mouvements », ensemble « avec tout ce qui est requis pour son action » (39). L'agencement des parties est tel qu'elles se déterminent mutuellement, situation rassurante pour l'expérimentateur qui travaille ainsi dans des conditions stables. Toute intervention de l'âme est éliminée, ainsi que celle d'un quelconque esprit vital ou d'une faculté occulte. Il en est de même du hasard, et tous ces rejets ouvrent la voie au déterminisme scientifique. Si l'horloge est le modèle auquel il se réfère de préférence, et qui sera constamment repris au cours des XVIII^e et XIX^e siècles, c'est parce que cet instrument représente au mieux la précision et la régularité du mouvement, mais tout autre instrument lui est acceptable pourvu qu'il soit mécanique : moulin, orgue, fontaine, automate, et même la statue citée en passant, sans but démonstratif particulier comme elle le sera par Condillac, Bonnet et Diderot (40). Toute construction mécanique lui est acceptable parce que « je ne reconnais aucune différence entre les machines que font les artisans et les divers corps que la nature seule compose » (41). Dans la science de la Grèce ancienne, les procédés des artisans ont souvent servi d'image à l'explication des phénomènes naturels, non de leur cause tandis que chez Descartes l'identité est totale. Il n'y a pas de différence entre l'œuvre de l'homme et l'œuvre de la nature : « Et il est certain que toutes les règles des mécaniques appartiennent à la physique, en sorte que toutes les choses qui sont artificielles sont avec cela naturelles. Car, par exemple, lorsqu'une montre marque les heures par le moyen des roues dont elle est faite, cela ne lui est pas moins naturel qu'il est à un arbre de produire des fruits » (42). L'homme, création de la nature, possède ses propres moyens de création de par son origine, et on comprend comment le corps d'un homme « entièrement semblable à l'un des nôtres », mais dépourvu d'âme, puisse être conçu. Il s'agit en fait d'un renversement des rôles, et c'est l'œuvre de l'homme qui sert de modèle à l'œuvre de la création. Plus qu'analogie, il y a identité ; l'un se substitue à l'autre et le matérialisme règne en maître. On pourrait aussi dire que par ce renversement c'est le matérialisme qui, sous l'aspect du mécanisme, pénètre dans le domaine si bien gardé du créationnisme. L'erreur de ramener la cause du fonctionnement de l'organisme humain à la chaleur logée dans le cœur, le fameux feu sans lumière, l'équivalent du ressort princi-

pal d'une horloge, a moins d'importance pour la théorie de l'expérimentation que le principe qui affirme que la cause des actions de l'organisme est intrinsèque à la machine à laquelle on l'assimile. Cette chaleur présente l'avantage de procéder du corps même et d'agir comme « principe commun pour les animaux, les plantes, et les autres corps » (43). Descartes ramène ainsi l'activité des corps naturels à la seule cause matérielle dont il dispose, manière de fermer la porte à toute intrusion métaphysique. Ceci permet de rattacher le phénomène à sa cause immédiate (prochaine), sans s'égarer dans le dédale de l'illusoire cause première. La méthode expérimentale n'a pas attendu les positivistes pour concevoir l'utilité des causes prochaines comme l'a affirmé Grmek (44) et, pour prendre un seul exemple, Pierre Bayle l'utilise en 1680 comme une donnée qui va de soi. A l'époque ces causes étaient mécaniques, et la physique était la seule science à pouvoir offrir un modèle de précision aux sciences nécessairement moins évoluées, comme la chimie et la biologie. Toute autre explication devrait faire appel à des causes métaphysiques, tandis que la machine était accessible à l'expérimentation et intelligible à l'esprit. Pour Descartes, la physique est la seule science à pouvoir fournir des idées claires et précises, conformément à son idéal philosophique. Avant lui, Léonard de Vinci, en possession d'une science moins avancée, avait affirmé que la mécanique était le lieu d'élection de la mathématique, et Descartes a transposé cette vérité à l'organisme vivant (*).

Un autre élément cartésien intégré dans la méthode expérimentale est l'automatisme des animaux. Dépourvu d'âme, donc de comportement imprévisible, l'automatisme signifie la constance de la réponse au cours de l'expérimentation, tant que les conditions restent stables.

Dans la première moitié du XIX^e siècle, des physiologistes doutaient

(*) D'après les dictionnaires étymologiques, les mots *intussusception* et *juxtaposition*, qui expriment les deux formes de croissance caractéristiques respectivement des corps vivants et des minéraux, seraient dus à Descartes. Ces mots, qui ont joué un rôle de premier plan au XVIII^e siècle, ont été diffusés à partir de 1664, date de la publication de *Le Monde*. Il nous a été impossible de les retrouver dans cet ouvrage, et il est vraisemblable qu'ils ont fait leur apparition vers la fin du XVII^e siècle. D'après le témoignage de Réaumur, les deux termes étaient déjà adoptés par l'Ecole au début du XVIII^e siècle (1709). On trouve cependant chez Descartes l'explication très claire de la nature des phénomènes. Dans une lettre du 23 novembre 1646, en réponse à une question du marquis de Newcastle sur la croissance des pierres, Descartes écrit : « et je les distingue des os, des bois durs et autres parties des animaux et végétaux, en ce qu'elles ne croissent pas comme eux, par le moyen de quelque suc qui coule par des petits canaux et tous les endroits de leurs corps, mais seulement par l'addition de quelques parties, qui s'attachent à elles par dehors, ou bien s'engagent au dedans de leurs pores » (1).

(1) Voir : DAUZAT (Albert). — *Dictionnaire étymologique de la langue française* (Larousse).

Comparer les éditions de 1947 (Supplément chronologique) et de 1971. — Dictionnaire « Le Robert » Paris, 1965. — DESCARTES (R.). — *Œuvres philosophiques*. Paris, 1973, III, 691 (Ed. Alquié).

encore de la régularité des phénomènes et de la possibilité de les contrôler, Bichat et Johannes Müller entre autres, mais la méthode expérimentale a montré qu'elles pouvaient être maîtrisées par l'application de règles précises. On connaît à ce propos le rôle de Descartes dans l'élaboration du concept de réflexe. Pavlov, autorité en la matière, écrit : « In the main we base ourselves on Descarte's concept of the reflex. Of course this is a genuinely scientific concept, since the phenomenon implied by it can be strictly determined » (45).

Le célèbre doute méthodique de Descartes, essentiellement philosophique, a été converti en instrument scientifique par la méthode expérimentale parce que ce doute n'est pas celui du sceptique pour qui la vérité ne peut être atteinte, mais au contraire, il est constructif et conduit à la découverte du déterminisme du phénomène. L'expérimentateur doit douter de tout, et à toutes les étapes de l'application de la méthode ; de l'exactitude de l'observation, de la validité de l'hypothèse, de la conduite opératoire, du choix du matériel. Il suspend son jugement jusqu'à la mise en œuvre de la contrepartie du doute, l'expérience témoin, qui sert de contrôle, abolit le doute et de ce fait acquiert une place prépondérante dans la méthode. Elle lui confère la validité en apportant la preuve du déterminisme du phénomène et transforme le doute en certitude.

La qualité essentielle qui a valu au cartésianisme son intégration dans la méthode expérimentale est son contenu matérialiste. Claude Bernard, son codificateur en physiologie, reconnaît le caractère pratique des « préceptes » du « savant praticien » Descartes : « La conception de Descartes domine la physiologie moderne. Les organismes vivants sont des mécanismes » (46) et, on peut ajouter, des mécanismes dotés de systèmes régulateurs. Claude Bernard insiste sur l'importance du doute cartésien : « Car c'est le doute qui donne au raisonnement expérimental sa forme particulière » (47). Avant lui Cuvier l'avait reconnu : « Descartes a concouru, par son doute sur toutes choses, à détruire le joug de la scolastique et a faire triompher ainsi la méthode expérimentale recommandée par Bacon » (48). Dès lors, on lit avec surprise l'affirmation suivante : « Après le dogmatisme cartésien, et l'abus des raisonnements vides de réalité, il était nécessaire que la science réapprit les vertus du doute » (49). On omet de préciser l'origine de ce doute que Cudworth a critiqué chez Descartes au *xvii^e* siècle, si nécessaire cependant au progrès de la science, et on n'évoque pas les rapports entre le doute scientifique que Descartes a promulgué et le dogmatisme sans réplique qu'il aurait engendré. A moins que le déisme ou le vitalisme soient à l'origine du doute scientifique, proposition intenable.

L'opinion de Claude Bernard est reprise par Charles Richet, pour qui l'organisme est une machine et rien d'autre, ce qui rend les physiologistes « plus ou moins cartésiens » (50). D'après Sherrington, physiologiste et historien, le *Traité de l'Homme* « was a work of genius » (51) et le mot machine « was revolutionary for biology » (52). De même, « Descarte's

automatism was a great event in physiology ». Il insiste sur son influence sur « The course of scientific discovery », et rappelle l'actualité de sa biologie (53). Comme Pavlov, il attribue la notion de réflexe à Descartes, mais pas le terme qui appartient à Willis.

Se référant au même ouvrage, Thomas Huxley avait souligné en 1870 l'importance scientifique du doute cartésien. Sa physiologie mène directement au matérialisme, « comme la physiologie moderne » qu'elle anticipe, et son esprit « est exactement le même que celui de la physiologie la plus avancée de nos jours » (54).

On a reproché à Descartes de n'avoir apporté aucune contribution à la physiologie, ce qui est vrai, à l'exception du réflexe, mais les historiens qui sont aussi physiologistes regardent dans une perspective différente. Foster reconnaît les aberrations de sa physiologie mais relève l'importance de la méthode (55). Franklin considère le *Traité de l'Homme* comme le premier traité de physiologie connu, parce que le premier à exposer systématiquement le fonctionnement de l'organisme (56). S'il est vrai, suivant l'ancien adage qui remonte à Héraclite, que le naturaliste doit écouter la nature, l'historien doit prêter l'oreille à ceux qui ont dévoilé ses mystères et aux précurseurs qui, de leur propre aveu, leur ont ouvert la voie.

La machine cartésienne n'a pas été une redécouverte des ^{xix}^e et ^{xx}^e siècles, mais une constante dans l'histoire des sciences de la vie. Ainsi, pour prendre un exemple, Claude Perrault, anticartésien déterminé, n'a pas échappé à l'emprise du mécanisme, pas plus que les autres « anatomistes » et « physiciens » nommés membres de l'Académie des sciences, lors de sa fondation (1666), d'où les cartésiens étaient exclus (57). Leurs travaux d'anatomie et de physiologie posaient, à l'encontre de l'insaisissable génération ou de l'abstraite détermination du sexe, des problèmes concrets qui rendaient le mécanisme nécessaire. Un problème comme l'automatisme des animaux qui, d'après l'*Encyclopédie* de Diderot, a connu « une vogue extraordinaire », suffisait à lui seul à le maintenir vivant. Depuis sa mise en marche, la machine cartésienne fonctionne continuellement et ne s'est jamais arrêtée, malgré quelques ratés. Affirmer la « netteté de son échec » à propos de « l'idéal mécaniste » de Descartes, et qu'il « ne pouvait ne pas perdre » la partie dont le mécanisme était l'enjeu comme l'affirme Roger, signifierait, à la lumière de l'influence exercée, que Descartes a joué à qui perd gagne (58). La Mettrie a une meilleure intelligence de l'influence de Descartes quand il écrit : « ses plus frivoles conjectures ont fait naître l'idée de faire mille expériences auxquelles on n'aurait peut-être jamais songé », et qu'il a devancées « par ses spéculations » (59). Au ^{xix}^e siècle, la réalité objective du mécanisme cartésien est définitivement reconnue.

L'influence exercée sur la physiologie représente l'aspect dynamique de la machine cartésienne. Un troisième aspect, statique, a marqué une influence de la pensée cartésienne due à l'analogie entre l'arrangement des parties qui constituent la machine et l'arrangement des organes qui

composent l'organisme. Descartes proteste même contre l'attribution faite à l'âme de fonctions qui appartiennent à « l'anatomie et mécanique », comme le mouvement, fut-il volontaire. Il existe une équivalence entre l'anatomie mécanisée et la machine, qui se confondent dans une même image d'organisation. Cette analogie, qui a été fondamentale dans l'histoire des sciences de la vie, a passé inaperçue des historiens des sciences ; elle est, cependant, le fondement de la notion de biologie, qui est inconcevable sans celle d'organisation.

L'avantage conceptuel de la machine cartésienne est son applicabilité à tous les organismes vivants, indépendamment de leur degré de simplicité ou de complexité, de la cellule à l'organisme entier, en passant par les tissus et les organes ; de même, les rapports entre structure et fonction s'expliquent à tous les niveaux d'organisation, de l'Infusoire à l'Homme. On verra plus loin le cachet particulier que l'organisation imprime aux phénomènes physico-chimiques qui se produisent dans le cadre animal ou végétal, cachet qui les distingue des mêmes phénomènes survenant dans le monde inorganique, sans toutefois les soustraire aux lois générales qui sont les mêmes pour tous les règnes de la nature.

Le mot organisation n'est pas employé par Descartes, qui le confond avec celui de machine. Par contre, l'expression « disposition des organes » revient fréquemment sous sa plume et, après lui, on ne distingue plus entre les termes machine, organisation, et la variante machine organique ; ils deviennent interchangeable dans le vocabulaire scientifique quotidien jusqu'au xix^e siècle, quand naît l'organicisme. Le modèle invoqué désormais par les naturalistes et les médecins est l'horloge de Descartes. Une machine est nécessairement un objet organisé, avec arrangement de parties dissemblables agissant d'une manière coordonnée dans un but défini : « je désire, dis-je, que vous considériez que ces fonctions suivent tout naturellement, en cette machine, de la seule disposition des organes, ne plus ne moins que font les mouvemens d'une horloge, ou autre automate, de celle de ses contrepoids et de ses roues ; en sorte qu'il ne faut point à leur occasion concevoir en elle aucun autre principe de mouvement et de vie, que son sang et ses esprits, agités par la chaleur du feu qui brûle continuellement dans son cœur, et qui n'est point d'autre nature que tous les feux qui sont dans les corps inanimés ». Ce paragraphe, le dernier du *Traité de l'Homme* (édition Clerselier 1664), synthétise les vues de Descartes qui forge une conception matérialiste de l'homme, fondée sur l'organisation d'une machine débarrassée des âmes végétative et animale d'Aristote, mais non de la chaleur innée, principe du mouvement, ressort indispensable au maintien en mouvement de la machine. Les anciens esprits animaux galéniques survivent encore mais prennent un contenu matériel, comme le sang dont ils émanent, et circulent dans des nerfs conçus comme des tubes. Au xviii^e siècle, la notion de vie se confond avec celle d'organisation et devient une acquisition définitive des sciences de la vie.

La machine animale de Descartes est une application de la conception

mécanique du monde (nature) à l'homme, où tout se fait par figure et mouvement des parties auxquelles il ajoute l'expérience par les sens (60). Dans ce cas particulier, les vues de Descartes ont été renforcées par sa pratique de l'anatomie. Son intérêt pour la médecine est bien connu, le traitement des maladies et la prolongation de la vie sont des buts qu'il se propose d'atteindre. Les témoignages sont nombreux et, dans une lettre à Mersenne où il évoque Vésale, il lui dit qu'il dissèque depuis onze ans (61) ; il a donc connu la machine animale pour l'avoir manipulée. D'autre part, il connaissait les écrits des anatomistes anciens, dont Galien qu'il cite (62). L'idée que le corps de l'animal est composé de parties différentes ayant des corrélations définies entre elles, s'était imposée depuis l'antiquité. Aristote, lu par Descartes, mentionne la fixité nécessaire des rapports des parties pour l'accomplissement des fonctions qui les commandent et constate que l'existence de certains organes implique l'existence d'autres organes (63), idée dont Cuvier tirera le maximum de bénéfices pour l'anatomie comparée. Galien établit les règles de la dissection dont le but est de déterminer la position, le nombre des parties, les propriétés de leur substance, leur forme et leur connexion (64), conduite qui est celle du mécanicien examinant une machine. Ces règles ont été reprises par Vésale (65), rénovateur de l'anatomie, et par les anatomistes qui l'ont suivi, sans exception. Linné propose les mêmes règles pour l'étude des plantes. Ces règles prennent un relief particulier avec les anatomistes-zoologistes du Muséum d'Histoire naturelle qui, vers 1800, reconnaissent dans les plans d'organisation le critère de base longuement recherché pour classer les animaux. Il s'agit donc d'un courant de pensée dont la continuité n'a jamais été interrompue. Descartes avait sous les yeux l'image d'une machine bien constituée, contrepartie organique de sa conception de la mécanique universelle.

La notion d'organisation s'est imposée au point que la vie n'était plus concevable en dehors d'elle, et l'opinion générale des naturalistes a été exprimée par Ducrotay de Blainville : quand on parle « organisation », il faut penser à Descartes (66). La même idée est reprise par Charles Robin : « Confirmant les prévisions de Descartes, l'analyse anatomique et physiologique rigoureusement poursuivie a montré que la *vie*, ce que l'on désigne sous ce nom parmi tous les phénomènes qui nous impressionnent, la vie est un mode d'activité de la matière... La vie est le *mouvement*... représenté par ce qu'on appelle *état d'organisation* » (67). Depuis sa naissance, l'horloge de Descartes n'a pas cessé de sonner l'heure de la marche ascendante de la biologie tout au long de son histoire.

La contribution du mécanisme cartésien a été importante dans la transition des sciences de la vie de l'ère préscientifique à l'ère scientifique. Si, comme toute conception scientifique nouvelle, il a dépassé les limites que lui assignait sa valeur explicative, et malgré les erreurs qui lui reviennent, la machine cartésienne a constitué un progrès que peu de conceptions scientifiques ont égalé.

CHAPITRE III

L'EMPRISE DE LA PHILOSOPHIE

A vingt-trois ans d'intervalle paraissent deux livres, moins importants pour l'histoire de la biologie par leur valeur intrinsèque que par la controverse qu'ils ont soulevée et qui reflète l'acuité d'un problème qui agitait les esprits à l'aube du XVIII^e siècle. Il s'agissait d'apporter les arguments qui justifieraient irréfutablement lequel, du spiritualisme ou du mécanisme, expliquait le mieux l'origine de l'univers, et la création des corps vivants en particulier.

En 1678 l'ecclésiastique Cudworth publie *The true intellectual System of the Universe* (1), suivi en 1701 de la *Cosmologia sacra* de Grew (2). Ces deux livres qui renouent avec les formes substantielles des scolastiques, ont servi de matière première à une controverse célèbre entre le spiritualiste Jean Le Clerc et le matérialiste Pierre Bayle, qui a duré de 1703 à 1706, année de la mort de Bayle, et dont l'écho a fortement retenti dans la République des Lettres. Le débat a été essentiellement théologico-philosophique et les arguments scientifiques proprement dits entraient pour peu en ligne de compte. C'est tout au plus si Cudworth mentionne en passant la circulation du sang pour réfuter le mécanisme cartésien, sa critique de Descartes portant davantage sur le doute méthodique (3) incompatible avec l'action divine qui exige la certitude absolue. Quant aux faits de la génération, enjeu principal de la controverse, ils ne tiennent aucune place ; il ne pouvait en être autrement, ce phénomène n'ayant pas de base réellement scientifique à l'époque, où l'on n'apercevait pas la voie qui y menait.

A lui seul, le titre de l'ouvrage de Cudworth est révélateur du contenu. Le mot « intellectual » a pour but de souligner le caractère spiritualiste des conceptions de son auteur, par opposition aux « systèmes du monde » d'expression matérialiste, qui appartiennent au domaine du sensible. Quant à Grew, son but est de prouver la vérité selon la Bible, avec des arguments sans rapport avec ses propres travaux d'histoire naturelle. Le problème essentiel, l'origine des corps vivants et la nature de leur principe organisateur, se ressent de cette attitude philosophique. En effet, si l'explication mécaniste est suffisante, Dieu n'est plus qu'un spectateur et non l'auteur des phénomènes qui se déroulent sous nos yeux, et qui sont justement la preuve de son pouvoir créateur. Il s'agissait donc d'attribuer un rôle aussi bien à la Puissance divine qu'à la Nature pour justifier l'existence des deux.

Le but de Cudworth est la défense de la religion chrétienne contre l'athéisme dont il fait une analyse historique et décrit quatre formes, l'atomisme de Démocrite qu'il fait remonter bien plus loin dans l'histoire et l'hylozoïsme de Straton ayant le plus directement trait au monde organique. Accepter le matérialisme des athées signifierait accepter le hasard, et surtout la nécessité, dont Straton avait souligné le caractère « physique » (4) et qui ouvrait la voie à un déterminisme qui échappe à la volonté divine. Toute la nature lui serait donc soumise (5) ; attitude impie parce qu'elle implique l'appartenance de la vie et de la pensée à la matière.

Pour Cudworth, comme pour Grew, il y a deux substances de nature différente : une substance matérielle (corporeal), et une substance immatérielle (incorporeal) qui est la vie. La substance immatérielle est immuable, indivisible et inaltérable ; elle possède une énergie propre, une « Autokinèse » qui lui permet de pénétrer la substance matérielle et de lui imprimer un mouvement orienté déterminant à son tour l'ordre, la régularité et l'art qui assure à chaque partie de l'organisme cette finalité sur laquelle insiste Grew. La vie n'est pas inhérente à la matière, ni la pensée d'ailleurs, deux entités inaccessibles aux sens. Elles n'en sont pas pour autant privées d'existence, pas plus que ne l'est la lumière présente même si l'aveugle ne la voit pas. L'organisation n'explique pas la vie par elle-même, c'est l'inverse qui est vrai, parce que l'organisation, de par sa nature matérielle, suppose un organisateur spirituel (6).

Les agents incorporels organisateurs, logés dans l'âme, sont les natures plastiques pour Cudworth, et le principe vital pour Grew. Les natures plastiques ou formatives étaient connues des philosophes de l'Antiquité, et l'athéisme des stoïques et appelé « Cosmo-Plastick ». Mais ces philosophes ont eu le tort d'en faire la cause première et ne les ont pas soumises à une puissance dominatrice supérieure. Pour Cudworth, il existe une nature plastique propre à tout l'univers, et des natures plastiques particulières qui sont des principes de vie, mais non les seuls. En fait, elles représentent l'échelon le plus bas d'une série d'entités vitales rangées hiérarchiquement en une véritable échelle des êtres célestes, idée qu'on retrouve aussi chez Grew. Les propriétés des natures plastiques varient avec leur degré de perfection ; les plus simples, dépourvues de sentiment et de raison, correspondent à la vie végétative. Du fait de leur place hiérarchique, les natures plastiques présentent un caractère négatif qui a valu à Cudworth et à son défenseur Le Clerc les critiques acerbes de Pierre Bayle ; comme la nature en général, elles ne sont pas conscientes de l'action de génération et d'organisation qu'elles accomplissent. Dépourvus de sensibilité, de raisonnement et d'intelligence, ce sont des exécutants aveugles qui mettent la matière en mouvement et ne font que « singer et mimer » l'art divin (7), agissant sans connaître le but de leur action : « it is not *Knowing* but only *Doing* » (8) conformément aux lois établies par le Créateur qui, seul, connaît le pourquoi des choses.

Grew, anatomiste, pionnier de l'étude de la structure des végétaux

et des animaux, mais profondément croyant, est trop impressionné par la « régularité » des structures des organes, par les « proportions » et les « dimensions des parties » qui constituent l'organisme, comme par leurs « formes » (9), pour qu'il puisse les attribuer au hasard ; une telle finalité doit être l'œuvre du « Divine Regulator ». L'élément régulateur est un principe vital « que nous appelons pensée » (10), substance immatérielle, instrument d'action de Dieu qui s'en sert pour effectuer les opérations aboutissant à l'organisation des corps vivants. C'est la pensée qui est le porteur de l'embryon de son propre corps (11). Fondamentalement, les corps vitaux de Grew ne diffèrent pas des natures plastiques de Cudworth et les expressions « principes vitaux », « opérations vitales », et « substance vitale », reviennent souvent dans les écrits des deux auteurs pour expliquer les actions de l'organisme. L'esprit et le langage de Grew sont plus scientifiques que ceux de Cudworth, car le philosophe anglais ramène les différentes « espèces de vie » aux trois âmes à contenu physiologique d'Aristote : végétative, animale et rationnelle (12).

Cudworth a exercé une certaine influence sur Bourguet, avec son échelle des êtres célestes qui a pu se refléter ensuite chez Bonnet. De même, Tuberville Needham, qui s'est servi de l'idée de « corps vitaux » pour expliquer la nature de la génération spontanée, a pu la prendre chez Grew tout en lui donnant un contenu plus matérialiste, en lui associant l'irritabilité de Haller (13).

Les opinions spiritualistes exposées dans ces deux ouvrages sont défendues par Jean Le Clerc (14) dans sa controverse avec Pierre Bayle qui leur oppose le mécanisme cartésien. L'argument majeur de Bayle est tiré de la contradiction qu'il décèle dans le système de Cudworth entre un Dieu conscient, qui décide de la production des animaux sans les produire lui-même, et les natures plastiques « destituées de connaissance » (15) qui les produisent dans l'ignorance complète du but poursuivi. Cette action aveugle risque de les ramener au mécanisme qui agit en vertu de lois naturelles sans la participation d'une conscience quelconque, et leur auteur se verrait par conséquence rangé avec les athées. Il suspecte même que si le Créateur n'agit pas directement, c'est pour lui éviter la responsabilité des erreurs que représentent les avortons et les monstres dont la nature aveugle peut assumer la responsabilité, mais non la divinité dont l'attribut est la perfection. Les avortons et les monstres naturels ont constitué un obstacle qui a embarrassé les théistes et leurs émules, les préformationnistes, pendant tout le XVIII^e siècle. Pour Bayle, le mécanisme et les causes occasionnelles, imaginées par Malebranche, rendent la nature parfaitement capable d'organiser les animaux par ses propres moyens, et il se réfère au modèle de l'horloge et « autres machines » (16) à propos de l'organisation du fœtus.

Il ne rentre pas dans les intentions de ce livre d'analyser les arguments philosophiques de la controverse entre Jean Le Clerc et Pierre Bayle. Un premier fait à retenir est l'importance accordée à la notion d'organisation et, paradoxalement, à son mécanisme. En effet, la controverse ne

porte pas sur l'organisation qui va de soi, mais sur l'organisateur. Une fois la primauté du principe des natures plastiques admise, Cudworth fait discrètement une place au mécanisme : « *There is a Mixture of Life or Plastik Nature together with Mechanism which runs through the whole Corporeal Universe* » (17). Cette association insolite prouve que Bayle n'avait pas tort de remarquer, à propos de la formation des embryons des plantes et des animaux, que pour cette raison les intelligences supérieures ne devaient pas accomplir ce travail de qualité inférieure, nécessitant la collaboration de facteurs matérialistes, pour garder leur pureté. Les natures plastiques et vitales sont, somme toute, la bête de somme des intelligences supérieures qui ont élaboré le plan. Aussi discrète qu'elle soit, la remarque de Cudworth est révélatrice du fait que même les spiritualistes extrémistes ne pouvaient se passer du mécanisme tout en lui accordant une place qu'ils ne délimitent pas dans la formation des corps organisés. Cette situation inévitable, est une vraie fatalité, car elle se répétera inévitablement au cours de l'histoire de la biologie et ira en s'amplifiant avec tous les animistes et vitalistes, et jusqu'au ^{xx}e siècle avec l'entéléchie de Driesch.

Une autre notion à retenir est celle des rapports entre la vie et l'organisation. A la fin du ^{xviii}e siècle, c'est la vie qui détermine l'organisation, idée déjà soutenue par Francis Glisson. Un siècle plus tard, la vapeur sera renversée, et ce sera l'organisation qui conditionnera la vie, opinion qui finira par prendre force de loi, avec le soutien de la science. Le fait important pour l'histoire de la biologie est que désormais les deux restent indissolublement unies. Quel que soit l'agent exécutif de l'organisation, la controverse a eu un grand retentissement parmi naturalistes et philosophes et a contribué à la diffusion de la notion d'organisation, définitivement consolidée au cours du ^{xviii}e siècle.

* * *

Les écrits de Cudworth et de Grew, et leur défense par Le Clerc, montrent à quel point la science était dominée par la philosophie. Celle-ci établissait son emprise d'autant plus facilement que les problèmes abordés, la génération par exemple, n'offrait que des bribes de solution à une époque où, faute de connaissances objectives, on les reléguait dans l'obscurité de la métaphysique. Les naturalistes ne se contentaient pas de travailler dans les limites des possibilités de l'époque, comme le faisaient de Graaf et Sténon, mais s'abandonnaient aux explications imposées par des influences étrangères à la science.

L'exemple de Grew illustre bien cette situation, mais il n'a pas une valeur générale car une autre forme de pensée se dessinait que l'avenir justifiera. Pour respecter le temps et les lieux des exemples cités, en Angleterre même l'attitude d'un Robert Boyle était plus scientifique, et il n'est pas exagéré de dire qu'il a répondu à Cudworth et à Grew (1666),

bien avant Pierre Bayle. Aussi attaché à la religion qu'eux, il a néanmoins su séparer l'aspect scientifique de l'aspect philosophique du problème, en suivant une méthodologie plus rigoureuse que seul le mécanisme pouvait offrir. Sans se contenter de la chiquenaude initiale de Descartes pour déclencher le mouvement universel, et aussi frappé que Grew par les « *Organiz'd Bodies* » (18) et surtout par la perfection des animaux, il les attribue au Créateur même qui, en réglant les mouvements particuliers de portions de la matière, a édifié les structures et les fonctions de la génération pour assurer la propagation des espèces. Les moyens dont il se sert sont la matière et le mouvement, les mêmes que ceux qu'utilise l'artisan profane. Ce problème étant écarté, le monde devient une machine automotrice comme le voulait Descartes. L'organisme est une horloge munie de rouages et de ressorts (19) et toute action, quelle qu'en soit la nature, s'exerçant nécessairement sur la matière, ne peut être que physique.

Quant à l'observateur il ne peut constater les phénomènes qu'à l'aide des sens. Ainsi, phénomènes et appareil enregistreur sont ramenés aux facteurs matériels, seuls connaissables et seuls connaissants. Boyle, qui avait accepté « *the plastik power of seeds in plants and animals* » (20), ajoute à propos du développement de l'œuf : « *For let the plastik principle be what it will, yet still, being a physical agent, it must act after a physical manner, and having no other matter to work upon but the white of the egg, it can work upon that matter but as physical agents* » (21). Le mécanisme devient un moyen d'explication scientifique parce qu'il satisfait aux deux conditions majeures requises pour l'accomplissement du travail scientifique, et dont les conséquences pour la cause du spiritualisme ne lui échappent pas ; il est nécessaire et suffisant : « *But since in my Explications of Qualities, I pretend only that they may be explicated by Mechanical Principles, without enquiring whether they are explicable by any other ; that what I need to prove, is not that the Mechanical Principles are the necessary and only things whereby Qualities may be explained, but what probably they will be found sufficient for their intelligible than substantial forms and other Scholastic entities (if I may so call them) it is obvious what the consequences will be of our not being obliged to have recourse to things, whose existence is very disputable and their nature very obscure* » (22). Par ailleurs, on rencontre chez Boyle l'idée qui s'avèrera féconde quand, par ses propres moyens, elle s'imposera dans les sciences biologiques, à savoir que l'assemblage de pièces de natures différentes produit une « texture nouvelle », avec des qualités nouvelles (23). L'inévitable montre sert de modèle à cette notion.

Par rapport à Pierre Bayle, philosophe matérialiste, Robert Boyle présente l'avantage d'être un véritable homme de science qui ne se contente pas d'observer passivement la nature, soumis aux illusions de l'interprétation, mais la met à l'épreuve de l'expérimentation, c'est-à-dire à un contrôle aussi objectif que l'état de la science de son temps le per-

mettait. Certes, il n'expérimentait pas sur l'organisme vivant ; il en reconnaît les difficultés, mais la physique et la chimie lui ont permis de déduire des principes généraux et une méthode dont il tirait des principes applicables à l'organisme vivant. L'expérimentation dans le cadre de l'organisation, et la recherche des causes prochaines dont les avantages sont justement d'être nécessaires et suffisantes, assureront au xix^e siècle le triomphe du mécanisme.

CHAPITRE IV

LE XVIII^e SIÈCLE. LA CONSOLIDATION DE LA NOTION D'ORGANISATION LES PRÉFORMATIONNISTES (BOURGUET-BONNET)

L'avènement du XVIII^e siècle modifie radicalement certaines données du problème de l'organisation. La notion reste définitivement acquise aux sciences de la vie et prend même un caractère d'universalité par son extension au monde minéral. Par ailleurs, elle connaît une simplification due à la suppression du problème de sa genèse, insoluble à l'époque, et qui était à l'origine de la controverse entre le spiritualiste Le Clerc et le mécaniste Pierre Bayle. Ce genre de controverse perd toute signification du fait de l'élimination de l'épigenèse qui lui servait de support et qui disparaît de l'avant-scène de l'histoire des sciences de la vie.

Après des avatars multiples, elle reparaitra plus tard, puissamment soutenue par les découvertes embryologiques de Wolff. En attendant, son incapacité à expliquer la formation de l'organisme par l'assemblage de particules organiques, proposées par les mécanistes, a provoqué une réaction qui s'est traduite par la substitution de la doctrine de la préformation dont les premiers jalons remontaient, d'après son adepte Claude Perrault, à Hippocrate. Outre la réaction philosophique contre le matérialisme de l'épigenèse, des observations à caractère scientifique apparemment irréfutables semblaient appuyer la version génétique du créationnisme, qui est à la base de la préformation. Malpighi en voyait la preuve dans la présence de l'embryon en voie de développement dans l'œuf de poule incubé. Swammerdam constate la présence d'individus tout formés dans l'œuf des insectes auxquels il ne reste plus qu'à s'accroître, et il étend cette observation aux amphibiens. Vallisneri va jusqu'à affirmer que l'ovaire d'Eve contenait tous les individus de l'humanité future. La pathologie humaine apporte des données embryologiques, comme dans le cas de Littre qui constate la présence d'un fœtus humain dans l'ovaire d'une femme (1701) (probablement s'agissait-il d'un kyste dermoïde).

Malebranche voit la plantule enchassée dans la graine de la plante adulte et avance l'idée, éminemment théologique, que tous les êtres ont été créés d'emblée et se trouvent emboîtés les uns dans les autres, destinés à apparaître successivement suivant une progression qui va du début de la création jusqu'à la fin des temps, conformément à l'enseignement de

la Genèse. C'est surtout l'influence de Malebranche qui se fait sentir dans l'immédiat. C'est elle qui inspire la conception de la préformation à Bourguet, de préférence à la théorie de la dissémination des germes de son ami Leibniz, et il en sera de même, après quelques hésitations, pour Charles Bonnet. La découverte des animalcules spermatiques par Leeuwenhoek partage les préformationnistes en ovistes et spermistes, les premiers recueillant la majorité des suffrages des naturalistes, mais la notion même de préformation n'est pas controversée. Elle offre des avantages incontestables sur l'épigenèse à une époque où le problème de la génération se trouve encore à la phase préscientifique (en l'« éliminant », ainsi que l'avoue Bonnet) : l'embryon, produit du créationnisme, offre d'emblée une organisation complète avec tous les organes en place à l'image de l'adulte, à ceci près qu'ils sont minuscules et repliés les uns dans les autres. Dès lors, le problème qui se pose au naturaliste est le développement et l'accroissement des structures, processus que Haller appellera « évolution » (1), terme qui gardera le sens de « théorie des développements » appliqué à l'ontogenèse, à l'exclusion de la phylogenèse, jusqu'au ^{xx}e siècle où il prend définitivement son sens actuel. Ce processus se réduit en fin de compte à la mise en mouvement des organes du premier embryon arrivé au seuil de l'éclosion (2), dans la succession des embryons contenus par l'adulte, et c'est le mécanisme de cette action qu'il s'agit d'expliquer. C'est la tâche qu'assume Louis Bourguet de Neuchâtel (1678-1742) en faisant tourner la machine cartésienne, les yeux fixés sur le modèle classique de l'horloge, et en faisant cohabiter la théologie et le mécanisme sans en éprouver le moindre inconvénient. Cette cohabitation s'est renouvelée dans l'histoire avec l'animisme et le vitalisme, le mécanisme endossant toutes les philosophies qui ne pouvaient pas se passer de lui sans perdre leur valeur explicative, tout en travaillant pour son propre compte avant de se débarrasser définitivement de ses compagnons métaphysiques au ^{xix}e siècle.

Bourguet, comme tous les préformationnistes, est frappé par la perfection de l'organisation dont les parties sont si finement ajustées, se déterminant l'une l'autre dans leur fonctionnement avec une précision telle que, de toute évidence, l'ensemble est commandé par les causes finales. Seul le Créateur peut atteindre à une perfection qui impose l'idée d'une construction concomitante de toutes les parties, si minuscules qu'elles échappent à l'œil humain, même muni du microscope, sinon à la compréhension. Pour la rendre intelligible à l'esprit, Bourguet se sert d'images tirées des arts mécaniques de l'homme qui, en fait, illustrent la création : « Je ne trouve rien dans l'art humain qui représente mieux cet ordre admirable, que les Horloges de différente structure. Celles par exemple, qui marqueroient les *Tierces*, les *Secondes*, les *Minutes*, les *Quarts d'heures*, les *Heures*, les *Jours*, etc. ; et qui frapperoient différemment à tous ces intervalles donneroient une foible image de ce qui se fait dans les *Développemens*... Les arts Mécaniques fournissent encore plusieurs beaux exemples ; il y en a un entre tous les autres dont je n'ai pu me dis-

penser de dire un mot, parce qu'il m'a paru très propre à faire mieux comprendre le sujet que nous examinons. C'est de la *Haute-Lice* dont je veux parler » (3). La mécanique cartésienne, éliminée comme explication de la formation de l'organisme, est adoptée comme explication de son fonctionnement, qui est déduit de l'organisation et qui devient la pièce maîtresse de la marche du développement et de la croissance. Il est vrai que les deux phases de la préformation, la genèse et le développement, se succèdent chronologiquement sans empiéter l'une sur l'autre et Bourguet, après avoir payé son dû au Créateur, peut se tourner en toute tranquillité vers la machine cartésienne qu'il manipule avec originalité, d'autant plus que les lois du développement sont mécaniques de par la volonté de la Sagesse suprême (4).

En plus de ses convictions religieuses, Bourguet avait une raison personnelle d'embrasser la cause de la préformation. Plus de trente ans avant Charles Bonnet, il a eu l'occasion d'observer lors d'un séjour à Venise (1711-1714) un exemple de parthénogenèse naturelle chez le « Poux des Plantes », dont la dissection de plusieurs individus lui a permis de trouver des petits « vivipares » (5). D'ailleurs, Bonnet le cite parmi les précurseurs de la parthénogenèse. C'est probablement la raison qui l'a fait opter pour la théorie de l'emboîtement, de préférence à celle de la dissémination des germes. Il est possible qu'à l'occasion de ce voyage il ait pris connaissance de la description de Giuseppe degli Aromatari qui, en 1625, donc bien avant Malebranche (1678), avait proposé l'exemple de la plantule contenue dans la graine de la plante adulte (6) et avait fait part à Harvey de son intention d'écrire un ouvrage sur la préformation chez l'embryon de poulet.

Dans le premier tiers du XVIII^e siècle, les sciences naturelles occupaient l'arrière-scène de l'intérêt scientifique, au profit des mathématiques et de la physique. Seules faisaient exception l'anatomie de l'homme et la classification des plantes et des animaux, celle-ci limitée cependant à quelques groupes privilégiés. Le renversement de cette situation coïncide approximativement avec la fin de la vie de Bourguet (1742), en partie sous l'emprise de Réaumur et de Trembley, au point que des mathématiciens comme Maupertuis et Buffon se voient obligés de proclamer l'inefficacité des « abstractions » mathématiques dans l'étude des phénomènes de la vie. Ils ont été précédés par Pierre Bayle, ainsi que le remarque Bourguet dans des notes manuscrites (7). Il avait, d'ailleurs, des raisons personnelles de les rejeter en réfutant les conclusions de Hartsoeker qui, à l'aide de calculs, voulait démontrer l'absurdité de l'ovisme des préformationnistes. Le rejet des mathématiques, science du jour, ne compensait pas le faible avancement des sciences naturelles qui constituait un désavantage de taille pour Bourguet. En attendant ce revirement, les analogies empruntées à la physique et le raisonnement géométrique, conjointement avec une philosophie théologique peu propice au progrès scientifique, lui servent d'arguments.

Dans l'usage qu'il fait de la machine, Bourguet atteint à une rigueur logique assez stricte, même si elle n'est scientifique que dans ses lignes

générales. Il part de l'idée que l'organisation est un phénomène universel. Tout est organisé dans la nature, c'est la marque même du Créateur. A l'encontre de Descartes et des épigénésistes en général, il refuse à la matière la propriété de s'organiser elle-même, de même qu'il refuse l'aide des intermédiaires immatériels de Cudworth et de Grew. Les congères, par exemple, malgré leur apparence informe sont organisées, même si leur organisation échappe à la vue et, à l'autre bout de l'échelle qui, de terrestre devient céleste, les anges le sont aussi (8). Cette conception est en accord avec l'Ancien Testament où l'organisation du *tohu-bohu* cosmique a précédé la création de la vie. D'ailleurs, toute infraction à l'organisation universelle risque de déroger à l'échelle des êtres, avec ses transitions minimales et progressives, qui régnait sans conteste depuis Aristote et à qui Bourguet fait escalader le ciel, comme Grew avant lui, et Bonnet après lui. L'organisation des corps bruts s'explique par leur origine : « j'ai remarqué tantôt que tout était organisé dans la nature, le règne minéral autant que le végétal et l'animal » (9), les minéraux étant produits par les corps organiques, idée dont on attribue la paternité à Lamark ou à Buffon mais que Bourguet a affirmée avant eux sans prétendre à l'originalité.

Le mécanisme de la génération mis en veilleuse par la préformation, reste à expliquer le mécanisme du développement qui doit présenter la même universalité que l'organisation. A ce phénomène commun aux corps bruts et aux corps vivants doit répondre un mécanisme unique.

Bourguet porte son attention sur les minéraux, choix initial qui présente plusieurs avantages. Il s'agit de corps simples, dont la croissance visible peut aider à comprendre le mécanisme de la croissance chez les animaux et chez les plantes. Les petits cristaux qui, en se déposant, forment les grands cristaux, évoquent l'emboîtement des germes compatible avec la divisibilité de la matière, influence possible de l'ancien atomisme renouvelé par Gassendi et Descartes. Leeuwenhoek avait montré que les cristaux microscopiques avaient la même forme spécifique de l'espèce que le grand cristal, et ce phénomène a fortement influencé les naturalistes. Le mécanisme de la formation du cristal de roche, par exemple, résulte de l'action conjuguée de l'eau, de l'air, et d'une force subtile mal définie qui se glisse entre les surfaces des « molécules », les entraîne et les dépose en les comprimant les unes contre les autres, et dont le résultat est la formation de masses ; cette agitation n'est pas sans rappeler celle décrite par Descartes dans la digestion des viandes ou dans l'action de l'eau sur la chaux vive. Tout se passe par figure et par mouvement, conformément à l'explication cartésienne dont la terminologie est respectée, et à l'attraction de Newton à laquelle Bourguet, homme du compromis, ajoute les forces imprécises postulées par Malebranche et par Leibniz. Mécanisme du développement, et atomisme de la matière brute mais organisée, établissent un système qui satisfait davantage les aspirations spirituelles de Bourguet que les possibilités de la science de l'époque.

L'exemple qui par sa valeur analogique frappe l'esprit de Bourguet, est la formation de la stalactite par l'action de « l'eau pétrifiée » qui

s'écoule en déposant les cristaux qui forment la masse du minéral, parce que sa forme rappelle celle des arbres, ainsi que Tournefort l'avait constaté lors de la visite de la grotte d'Antiparos. Il est vrai que, d'après Fontenelle, Tournefort voyait des arbres partout dans la nature. L'analogie entre la formation des roches et la croissance des arbres sera reprise par Boissier de Sauvages qui va plus loin que Bourguet parce que les formations minérales qu'il découvre sur les parois des grottes se passent sans l'action de la gravité et se rapprochent davantage des phénomènes connus chez l'être vivant (10).

Un degré de plus dans la connaissance des voies du développement et de la croissance est représenté par des formations animales comme les bélemnites et la corne d'Ammon (11) qui rappellent la croissance des stalactites : un liquide transsudé de l'animal dont les particules sont déposées par couches successives et forment la coquille et l'opercule. Il en est de même pour d'autres formations organiques : épis de blé, plumes, dents, défenses, ongles et poils, où les dépôts se font aussi par couches successives, processus désigné au XVIII^e siècle sous le nom de *végétation*. Il y a cependant une différence essentielle dans la croissance des deux catégories de corps. Celle des corps organiques se fait avec une régularité exquise, inconnue chez les minéraux ; elle a lieu de l'intérieur vers l'extérieur après l'élaboration des particules intégrées par l'organisme. Chez les minéraux, elle se fait de l'extérieur par apposition de particules nouvelles. C'est l'opposition entre intussusception et juxtaposition. Ces deux modes de croissance sont des constatations de fait, non des explications du mécanisme de la croissance. La colonne d'une stalactite n'a pas la perfection d'un tronc d'arbre, et encore moins la configuration interne avec la multiplicité d'organes agissant dans un but déterminé, conformément aux causes finales. De plus, son organisation, comme celle de tout minéral, est fortuite ; elle dépend entièrement du hasard des circonstances favorables, comme on en trouve dans les grottes, à l'encontre des corps vivants qui préexistent.

Pour expliquer les différences, Bourguet introduit une double notion. Le « mécanisme général » qui règle la croissance des minéraux, dont on a vu un exemple dans la formation des masses cristallines. Il n'est pas applicable aux animaux et aux plantes, dont le développement se fait par l'action du « mécanisme organique ». Il y a donc un *mécanisme général de la matière* et un *mécanisme particulier aux corps vivants* ; la différence entre les deux est quantitative et résulte de la perfection des rouages qui les exécutent, mais les deux agissent mécaniquement. L'action du mécanisme organique consiste en la transmission du mouvement de l'adulte à l'embryon, qui met en marche « les machines que sont les Plantes et les Animaux » (12). Bourguet, oublieux des commandements divins, adopte un mécanisme pur et n'hésite pas à assimiler les plantes et les animaux aux « machines hydrauliques », ou « tout s'exerce par des ressorts très artistement composés » (13) selon la comparaison désormais classique. Le mouvement est assuré par une machine parfaitement mise au point et bien

graissée qui porte la marque de son constructeur qui, cette fois-ci, n'est plus le Créateur mais Descartes : « Ainsi le Mécanisme organique est aux Corps qui se développent & végètent, ce que le Mouvement des *Rouës*, des *Pignons* & d'autres parties différentes, seroit aux *Horloges* dont on vient de parler ; & ce qu'il est aux *Marches*, aux *Lices*, aux *Navettes* & aux *filets* de la *Trame* & de la *Chaîne* dans les Machines à *Haute Lice*. Les Corpuscules infiniment petits organisés dès le commencement, répondent d'une manière fort juste aux Horloges et aux Métiers de haute Lice, formés et montés par des Artistes très-habiles ; Et les Ames, si l'on veut, comme *Principes Actifs*, répondent aux *Ressorts* ou aux *Contrepoids* dans les uns, & aux *Tisserans* dans les autres » (14). Cette longue citation a pour but de montrer l'étendue de la mécanisation de l'organisme chez le théiste Bourguet, où il y a jusqu'aux « Ames » qui deviennent des pièces mécaniques.

La machine qu'est l'organisation de l'adulte fait circuler les liquides qui ont des caractères particuliers, étant le produit du suc des organes : os, muscles, nerfs, etc. Le liquide propulsé déploie des organes repliés de l'embryon et apporte des « molécules » nutritives modifiées par le séjour dans les organes de l'adulte, et chaque organe de l'embryon retient celles qui sont adaptées (organisées) à sa propre croissance. On comprend que la préformation soit impérative pour assurer le fonctionnement du mécanisme organique, qui ne peut agir que si tous les organes sont en place. Ceci est un « axiome » (15).

Le déclenchement du mouvement organique a lieu à la fécondation et aucun oviste n'a pu éviter d'accorder un rôle défini à la semence du mâle, sauf celle d'une participation directe dans l'acte de la génération. Elle s'unit à la semence de la femelle, et ensemble elles forment une « liqueur fort opiniâtre » (16) qui est un extrait très fin des organes des deux parents. Il en résulte plusieurs effets, en plus du déclenchement du mouvement. La liqueur explique la ressemblance des enfants avec les parents à une époque où l'hérédité était un mystère et où l'hybridation posait le problème des mulets réels et des jumarres imaginaires (17) que Bourguet espérait rendre plausibles grâce au mécanisme organique dont le fonctionnement défectueux au cours du développement pouvait favoriser la formation des monstres. Il sauvait ainsi la préformation initiale, qui est nécessairement parfaite de par son origine divine. Enfin, la partie « la plus spiritueuse » du « sperme fécondant » qui se « caille », rend l'embryon consistant et visible, de fluide et invisible qu'il était auparavant ; autant de processus mécaniques. Ces mêmes idées sur l'action du sperme, partagées par Vallisneri, seront reprises par l'épigénésiste Buffon et par les préformationnistes Bonnet, Spallanzani et Haller, qui ajouteront l'action sur l'irritabilité du cœur. En même temps, Bourguet tranche le vieux débat sur l'antériorité de la poule ou de l'œuf en faveur de la poule tandis que Harvey, qui a abordé le même problème, accorde l'antécédence temporelle à l'œuf, tout en reconnaissant l'alternance des deux (18). Dans l'ensemble, la continuité de la chaîne des êtres est respectée par l'adop-

tion du mécanisme général, et la préformation l'est par sa variante perfectionnée, le *mécanisme organique*.

Bourguet ne limite pas l'action du mécanisme organique au développement et à la croissance. Il inclut la nutrition et le mouvement spontané, conditions nécessaires à la marche des phénomènes précédents, mais n'élabore pas à leur sujet. La nutrition découle nécessairement de l'action du mécanisme organique ; quant au mouvement spontané, il renvoie à Borelli, l'auteur de *De motu animalium* (1680), chez qui l'animisme et le mécanisme coexistent sans conflit apparent. Bourguet promet de revenir sur ces fonctions, projet jamais réalisé, pris probablement par ses recherches de paléontologie (19).

On s'est posé la question de l'influence de Bourguet sur les naturalistes qui l'ont suivi, et on l'a résolue par la négative (20). Cette opinion est trop radicale ; on a des raisons suffisantes de penser que son influence s'est exercée sur Bonnet, qui la reconnaît d'ailleurs, et sur Buffon (21). Bourguet a unifié les rapports entre l'organisme et la machine cartésienne dans un système homogène, et logique en lui-même, et a fait cohabiter le mécanisme avec le créationnisme sans que l'un prononce l'exclusive contre l'autre. Cette même cohabitation sera retrouvée chez les animistes et vitalistes, pratiquement sans exception. Si leur esprit ne pouvait se passer d'une cause agissante métaphysique, leur pratique de l'organisme vivant ne pouvait pas se passer du mécanisme. Il faut voir plus qu'une coïncidence dans le fait qu'après la publication des *Lettres philosophiques* (1729) et le manuscrit de 1714 où Bourguet exprime ses idées pour la première fois, idées qui étaient probablement connues de ses nombreux correspondants, les mots organisation, corps organisés et machine organique, apparaissent avec une fréquence accrue pour devenir partie intégrante du vocabulaire scientifique quotidien des naturalistes. Barthez, par exemple, connaissait l'œuvre de Bourguet dont il rejette, comme Bonnet, l'idée que les minéraux seraient des corps organisés (22). L'idée devait paraître trop matérialiste au vitaliste qu'il était. Si Bourguet a déduit plus qu'il n'a démontré, il a contribué à la diffusion de ces notions, fondamentales pour la genèse de la notion de biologie, et proposé une explication mécanique du développement, que Descartes n'aurait pas répudiée.

* * *

A partir de 1762, la notion d'organisation se trouve renforcée grâce à l'autorité scientifique et philosophique de Charles Bonnet, le premier auteur à lui consacrer un ouvrage exclusif (1), sujet sur lequel il revient fréquemment par la suite. Les directives de recherches qu'il a données au préformationniste Spallanzani, et l'exploitation qu'il a su faire de la conversion de Haller de l'épigenèse à la préformation sont des preuves directes de cette influence. Par ailleurs, son combat contre Buffon et Needham l'a obligé à s'éloigner de la conception initiale de Bourguet, sans toutefois s'écarter fondamentalement de lui.

Comme Bourguet, il se réclame de l'idée de la préexistence de Malebranche ; comme lui, il se réfère aux découvertes de Swammerdam chez les Insectes, et de Malpighi sur le développement de l'œuf de poulet, auxquelles il ajoute ses propres découvertes sur la parthénogenèse naturelle des pucerons. De même, il prend chez Bourguet l'idée force de machine organique qui développe l'organisme préformé, transforme les substances ingérées et les rend propres à être intégrées dans l'organisme. Il ajoute deux arguments de poids fournis par ses contemporains : la régénération de l'hydre d'eau douce et de quelques infusoires découverte par Trembley (1740, 1744), qui a inspiré ses propres recherches sur la régénération du ver d'eau douce ; et l'existence de l'embryon de poulet avant la fécondation, découverte présumée de Haller (1758). La régénération des parties manquantes, comme la naissance d'individus sans fécondation préalable, sont dues à des germes préorganisés qui, pour lui, représentent des ovaires disséminés dans le corps de l'animal (2). Bonnet attache une importance exceptionnelle à la découverte de Haller dont il fait d'une pierre deux coups. Le jaune d'œuf est entouré de membranes qui ne peuvent être que le prolongement de celles de l'intestin de l'embryon dont il reçoit aussi la vascularisation (3) ; l'embryon préexiste donc à la fécondation. Malgré une certaine hésitation due au fait que la preuve de Haller est indirecte : on ne voit pas « le germe lui-même » (4), la tentation était trop grande et l'autorité de Haller trop incontestable, en dépit de l'opposition de Caspar Frederick Wolff et de Leonhard Euler, pour que l'argument ne soit pas utilisé à la démolition des systèmes des épigénésistes et des préformationnistes animaculistes, fidèles à Leeuwenhoek et à Hartsoeker : les molécules organiques de Buffon sont une vue de l'esprit, et la liqueur séminale n'est pas le porteur de l'organisme préformé. Celle-ci ne joue qu'un rôle mécanique qui consiste à renforcer l'irritabilité du cœur préformé, et sert à l'alimentation du fœtus. D'où la conclusion : « Le jaune d'œuf de poule a décidé que le germe appartient à la femelle ». Il n'y a pas de génération à proprement parler ; la génération est le commencement du développement qui rend visible l'embryon, trop ténu et trop translucide pour être vu avant la fécondation. L'être vivant est donc préorganisé et c'est à l'organisation, que Bourguet avait conçue universelle, que Bonnet trace des limites.

À l'encontre de Bourguet pour qui tout est organisé dans la nature, Bonnet refuse l'organisation aux minéraux. Chacun est logique avec lui-même, mais chacun suit une logique différente. Pour Bourguet, le minéral est produit par l'organique, et il serait inconcevable que l'organisé produise l'inorganisé. Pour Bonnet, la notion d'organisé est inséparable de celle d'âme, et en acceptant l'organisation il risque de tomber dans une autre contradiction. Partisan convaincu de l'échelle des êtres dont on lui a faussement attribué la paternité (5), il doit accepter l'existence de formes intermédiaires entre tous les corps naturels, application de l'idée de l'enchaînement universel qui relie tous les corps terrestres et cosmiques entre eux. En refusant l'organisation aux corps bruts, il établit une bar-

rière, un hiatus, comme Buffon avant lui : « la nature semble faire ici un saut » (6), ce qui contredit le principe même de la *scala naturae* qui avait cours depuis Aristote. Il sauve la situation en la considérant temporaire ; c'est une question d'attente jusqu'à ce que tous les intermédiaires réels soient découverts. L'amiante, avec sa structure fibreuse, est un exemple qui indique l'existence de cette possibilité. Plus tard, il sera tenté de voir dans le polype et les infusoires, êtres vitaux animés doués d'irritabilité seulement, les formes de transition entre les corps organisés inanimés et animés (7).

Une objection autrement plus puissante que Bonnet oppose à Bourguet est l'idée, fondamentale pour l'histoire de la biologie, que l'organisation est inconcevable sans les échanges qui ont lieu entre les solides et les fluides, phénomène qui n'existe pas chez les minéraux. Il rejette par conséquent le modèle des cristaux dont s'était servi Bourguet, tout en faisant des réserves sur les découvertes que réserve l'avenir (8).

L'organisation s'harmonise avec l'échelle des êtres, qui lui tient lieu de classification. Comme la plupart des naturalistes du XVIII^e siècle, il accepte l'atomisme que Gassendi et Descartes avaient renouvelé : la matière est « prodigieusement divisée » (9) et subit des modifications dont « la plus excellente est l'organisation » (10), cri d'admiration que Bourguet avait déjà proféré (11), où il « règne une merveilleuse variété dans la construction des machines animales » (12). Bonnet ne rentre pas dans le détail des structures, surtout pas dans celles des animaux supérieurs bien connues des anatomistes, pour s'attacher aux formes inférieures, peu connues, de la série animale. En fait, son intérêt pour l'organisation se confond avec le développement des plantes et des animaux, l'évolution des parties préformées suivant la terminologie établie par Haller (1758). Elle commence avec le germe préformé et, chez des organismes comme l'hydre et le ver d'eau douce, la même organisation se répète dans les différents segments, phénomène explicable par l'éparpillement des germes dans l'organisme. Obnubilé par les organismes simples, comme les plantes, dont une seule feuille peut reproduire la plante entière, ou l'hydre dont un fragment régénère l'animal entier, il affirme : « La perfection dans les machines de la nature se mesure, comme dans celles de l'art, par le nombre des pièces et la diversité des effets ». Il ajoute : « Celle-là est la plus parfaite qui, avec le moins de pièces, produit un plus grand nombre d'effets » (13), affirmation qui exprime l'efficacité d'une structure, mais insoutenable du point de vue anatomo-physiologique parce qu'elle va à l'encontre du principe de la division du travail par l'individualisation des appareils fonctionnels, ainsi qu'il ressortira de sa propre conception de la psychologie animale. Ces considérations tiennent peu de place dans l'ensemble de l'œuvre de Bonnet, davantage préoccupé par l'organisme dans son ensemble que par les détails de structure. La seule exception est le système nerveux dont l'organisation présente pour lui un intérêt particulier parce qu'elle constitue le substrat matériel de la psychologie, science nouvelle, dont il est

un des promoteurs. Bonnet ne conçoit pas la psychologie hors de l'organisation, son meilleur exemple de l'adoption des idées mécanistes.

Le problème fondamental de la psychologie est l'âme. Elle se présente sous deux aspects : sa nature, qui est inaccessible à la connaissance de l'homme, et sa manière d'opérer, seule accessible à l'entendement humain. A l'encontre de la voie suivie en zoologie où les organismes simples tiennent la première place, en psychologie Bonnet commence par l'homme, seul susceptible d'analyse introspective. L'homme est un être « mixte », composé de deux substances (réminiscence cartésienne), chacune subissant l'action de l'autre : une substance spirituelle unie à la matière, qui est un « corps organisé » (14) ; et l'ensemble est défini comme être organisé animé. Le point de jonction des deux substances constitue le « siège » de l'âme, notion très importante parce qu'il s'agit du point centralisateur où convergent les nerfs qui transmettent les sensations à l'âme, qui les convertit en états de conscience, et d'où partent les commandes d'action à travers l'organisme. Il s'agit somme toute du *sensorium commune* dont le siège a changé, du corps calleux de La Peyronnie (1741) à la moelle allongée de Lorry (1760), pour que devant le *non liquet* de Haller qui estime le problème du siège de l'âme plus philosophique qu'anatomique et l'échec des dissections de Malacarne, Bonnet se contente de loger l'âme dans le cerveau, sans plus de précision, pour en faire « une neurologie en miniature », une « petite machine prodigieusement composée » (15). Avec l'établissement d'un siège, Bonnet ramène la psychologie à des conditions anatomophysiologiques, et désormais les fonctions de l'âme s'accomplissent mécaniquement. La nature de l'âme mise à l'écart, ses opérations s'expliquent par l'organisation et par son degré de perfection.

L'organisation explique une multiplicité de phénomènes : c'est par elle que l'âme devient raisonnable, de sensitive qu'elle était avant ; si l'âme est une, les variations qu'elle présente sont dues aux différences individuelles dans l'organisation ; l'analogie d'organisation avec celle de l'homme, indiquée par la présence d'un cerveau, atteste que les bêtes ont aussi une âme, à l'encontre de l'affirmation des cartésiens, les animaux supérieurs du moins, ce qui laisse sans réponse le problème de l'âme chez les animaux à organisation simple, comme le polype et le ver, qu'il tâchera de résoudre en faisant appel à l'irritabilité (16).

Bonnet, comme la plupart de ses contemporains, est sensualiste : les idées dérivent des sensations qui représentent l'image des objets. La sensation est donc l'élément primordial de la vie psychique. Il se sert des mêmes arguments que Locke, Condillac, Hume et Diderot, pour expliquer l'apprentissage par les sens : l'aveugle-né, et surtout la statue (17), qui sert d'instrument d'analyse de chaque sens pris individuellement dans la formation des idées, parce que « Chaque Sens a sa Mécanique, sa manière d'agir, sa fin. Chaque sens transmet à l'Ame une multitude d'impressions différentes auxquelles répondent autant de différentes sensations » (18). Les sens sont les instruments des opérations de l'âme, et les idées sont « sensibles », même dans leur forme la plus abstraite.

La connexion entre les organes des sens et l'âme est établie par la fibre, et Bonnet lui attache plus d'importance qu'à toute autre structure du système nerveux, cerveau compris. Elle constitue, comme chez Haller, l'élément structurel fondamental de l'organisme. A la spécificité des organes des sens correspond une spécificité des fibres parcourues par les esprits animaux, chacune liée à une sensation déterminée : vision, ouïe, odorat, etc ; anticipation de l'énergie spécifique des nerfs de Johannes Müller déjà postulée par Aristote sous le nom de sensibilité propre. La spécificité est très poussée et, dans le cas de la vision par exemple, à chacune des sept couleurs du spectre correspondent des fibres particulières, même si la perception d'ensemble est celle du blanc conformément aux données de Newton. Dans le même esprit, il suppose que les fibres sensitives sont différentes des fibres motrices, qui vont de l'âme aux muscles, vérité qui sera démontrée expérimentalement une soixantaine d'années plus tard, mais que Bonnet déduit de la différenciation faite par Haller entre sensibilité et irritabilité, sans support anatomique démontrable à l'époque. La spécificité est rendue nécessaire pour éviter la confusion dans la transmission des différentes espèces de sensations à l'âme (19) : « il y a dans chaque sens des fibres appropriées à chaque espèce de sensation » que « le sens peut exciter dans l'Âme ». Mieux encore, la fibre finit par se confondre avec le sens dont elle transmet la perception, les « fibres *spécifiquement* différentes » sont « autant de petits sens particuliers qui ont leur manière propre d'agir, et dont la fin est d'exciter dans l'âme des perceptions correspondantes à leur jeu » (20). Les différences entre les fibres sont dues à l'arrangement des éléments qui les composent, donc à une organisation propre ; chaque fibre est, comme les organes des sens, « un très petit organe ou comme une petite machine » (21). Le mécanisme est ainsi poussé dans le moindre recoin du corps vivant. Si les fibres semblent toutes pareilles, cela est dû à l'imperfection des moyens d'investigation ; l'apparence anatomique camoufle la spécificité physiologique, mais le parallélisme entre la structure et sa fonction n'est pas moins évident.

Le rôle capital joué par la fibre explique un ensemble de phénomènes psychologiques. Du fait que l'idée résulte d'une sensation liée à la structure de la fibre, l'association d'idées résulte de l'association de fibres qui ont la propriété de garder dans la partie solide, mais non dans le fluide vecteur d'esprits animaux, les modifications initialement reçues. Les liaisons des fibres impliquent un autre aspect de l'organisation. La mémoire est liée à la mise en mouvement du même mécanisme que l'idée initiale, « la mémoire a un siège purement physique » (22). Il en est de même pour les passions, l'instinct, les songes, le sens moral, et ce sont aussi les fibres sensibles « qui constituent le précieux fonds de la *mémoire* et de l'*imagination* » (23), et jusqu'aux préjugés qui ont leurs fibres propres, ce qui rend leur extirpation difficile. Le support matériel du corps est indispensable à l'âme et en aucune façon on ne peut « l'aliéner ».

Bonnet pose le problème de l'âme des bêtes par rapport à l'âme de

l'homme. Il se demande si l'âme est une, mais modifiée par les différentes organisations, ou s'il y a autant d'âmes qu'il y a d'espèces animales. Le problème est insoluble, mais il pense toutefois que les deux ne diffèrent pas par leur nature, leur substance est la même, la différence est une question d'organisation. L'animal, comme le tout jeune enfant, n'éprouve que des idées « sensibles » (dues aux sensations), tandis que l'organisation chez l'homme adulte permet le développement du raisonnement et des idées abstraites. Même chez les humains, les différences de l'âme s'expliquent par l'organisation individuelle. La différence entre l'homme et l'animal réside dans le langage articulé, autre produit de l'organisation où la liaison entre les mots et les idées tient aussi aux fibres sensibles. L'organisation chez l'animal ne lui permet pas d'aller au-delà de l'instinct.

La psychologie de Bonnet présente un intérêt particulier parce que les problèmes posés sont indissolublement liés à la notion d'organisation, qui conduit inévitablement au mécanisme. Théiste convaincu, il est obligé de rejeter le mécanisme, comme son adoption de la préformation en fait foi. La célèbre chenille du bois de saule décrite et dessinée par Lyonet, une admirable construction, « n'a pu être formée comme une montre », et ses « quatre mille muscles » résulter de l'apposition successive de molécules (24). Mais, le problème de la génération éludé, il devient mécaniste sous peine de se trouver à court d'explications rationnelles des phénomènes de la vie. Les mots organisation, machine, corps organisés, machine organique sous-entendant les plantes et les animaux, mécanisme, abondent dans ses écrits. Il y a une « Mécanique » de la mémoire, une « Physique » de la réminiscence, une « Mécanique du Cerveau » qui, si une « Intelligence » la connaissait dans le détail, elle pourrait y lire « comme dans un Livre » (25). La vie psychique n'est pas un miracle. Jusqu'à l'âme qui subit le contrecoup de l'organisation mécanique. Certes, sa nature est immatérielle et impénétrable selon la volonté du Créateur et, de ce point de vue, son mystère rejoint celui de la préformation. Mais son dû à la Révélation payé, Bonnet, comme Bourguet avant lui, se tourne en toute tranquillité vers le mécanisme dont il combat le principe mais non les applications, et pratiquement l'âme immatérielle se confond avec son enveloppe matérielle, le cerveau, au point qu'on a pu parler d'une « physique de l'âme » à propos de sa théorie de la mémoire, et Tetens n'a pas manqué d'accuser Bonnet de matérialisme, ce dont ce dernier se défend (26). D'ailleurs Bonnet, de son propre aveu, reconnaît que sa psychologie renferme « beaucoup de Physique et assez peu de Métaphysique » (27). Dès qu'un siège anatomique a été assigné à l'âme, « ces fonctions dépendent essentiellement de l'organisation particulière des nerfs » (28).

On a remarqué que l'action des nerfs tient une place plus importante dans la psychologie de Bonnet que les phénomènes psychologiques proprement dits. Pour en arriver là, Bonnet a dû aller au-delà de ce que les connaissances anatomiques et physiologiques de son temps enseignaient, et déduire plus qu'il n'a prouvé. S'il affirme, par exemple, que les fibres

nerveuses sont anastomosées, c'est parce que les idées sont liées entre elles et non le contraire, et les arguments empruntés à la pathologie sont à peine évoqués. L'existence de plexus nerveux connus de l'anatomie humaine ne justifie pas les conclusions tirées en psychologie. De même, l'existence de fibres nerveuses sensitives et motrices indépendantes est une déduction logique.

La négation du principe du mécanisme, inapplicable à la genèse de l'organisme comme le voulaient les épigénésistes, problème insoluble à l'époque, ne l'empêche pas de l'accepter pour d'autres phénomènes physiologiques comme la croissance et la nutrition. Malgré sa crainte de voir « triompher » Descartes à la vue de la régénération de la partie postérieure du ver sectionné, parce qu'elle est privée de l'âme restée dans la partie antérieure, phénomène qui jouerait en faveur de l'automatisme des bêtes, Bonnet s'ouvre avec hésitation à l'hypothèse mécaniste (29). Il est moins hésitant dans sa psycho-physiologie, où Descartes fournit l'indispensable modèle : le cerveau est une « Machine » pareille à une horloge, ou plutôt à un clavecin, dont « l'Ame est le Musicien », et la « fibre une espèce de touche ou de marteau destiné à rendre un certain ton » (30).

Le cas de Bonnet est un exemple de l'impossibilité qu'éprouve même un spiritualiste comme lui d'ignorer le mécanisme dans un domaine où, à l'exemple des animistes, il aurait pu le faire au profit de conceptions métaphysiques. Mais il aurait dû faire abstraction de l'organisation, seul support matériel dont il disposait pour expliquer les opérations de l'âme, et il ne se serait plus reconnu comme naturaliste.

CHAPITRE V

LES ÉPIGÉNÉSISTES ET L'ORGANISATION

L'organisation, dans la conception universaliste de Bourguet, pour qui tout dans la nature est organisé, ne pouvait pas servir de critère différentiel absolu entre les corps vivants et les corps bruts, pas plus que le mécanisme du développement et de la croissance dont les deux variantes, générale et organique, ne différaient pas fondamentalement l'une de l'autre, le principe de leur action étant le même. D'ailleurs, un critère matériel distinctif n'était pas nécessaire dans la mesure où le créationnisme, dont la préexistence se réclamait, assignait à chaque corps sa place dans l'ordre de l'univers, depuis le début jusqu'à la fin des temps. Le mérite des préformationnistes a été de contribuer à la diffusion de l'idée d'organisation, et de son assimilation à une machine, en s'appuyant sur des données apparemment scientifiques. Il fallait donc chercher ailleurs le critère distinctif entre le vivant et le non vivant que Bonnet a essayé, sans grand succès, de mettre sur le compte d'une organisation préformée ; et ce fut le mérite des épigénésistes, Buffon et Needham en particulier, de le trouver là où les préformationnistes l'avaient escamoté, dans la génération. Désormais, grâce à elle, le problème de la machine organique n'est plus limité, comme chez les préformationnistes, au seul développement d'une machine toute formée, mais englobe la génération aussi, phénomène essentiellement organisateur d'où procède l'organisation terminale, après avoir franchi les étapes successives d'un processus de complication progressive. Pour les épigénésistes, génération et organisation se confondent, et c'est la première qui distingue la matière vivante de la matière inerte, qui n'est pas organisée. Or, les molécules organiques sont elles-mêmes des corps organisés qui restent dans cet état tant qu'ils ne trouvent pas un moule convenable. Les épigénésistes arrivent finalement à identifier la vie avec l'organisation, pas essentiel vers l'établissement du concept de biologie.

Les épigénésistes devaient surmonter des obstacles qui obstruaient la voie qu'ils s'étaient tracée. Buffon, par exemple, reconnaît l'existence de propriétés communes à toutes les formes de la matière, qu'elle soit vivante ou inerte : l'étendue, l'impénétrabilité, la gravité, mais la génération et la nutrition considérées depuis Aristote comme deux aspects du même problème, sont l'apanage exclusif des corps vivants. Partisan convaincu de la *scala naturae*, il se voit obligé d'abandonner l'idée que « la marche de la nature se fait par des degrés nuancés et souvent imperceptibles », d'une façon plus décidée que l'hésitant Bonnet, pour adopter

l'idée de passage « brusque » du minéral au végétal où la loi des degrés nuancés « paraît se démentir » (1). C'est même de là, avoue-t-il, que lui était venue l'idée de l'existence d'êtres intermédiaires organisés qui ne sont ni animaux ni végétaux, mais qui entrent dans la constitution de ces deux règnes. Les animalcules spermatiques révélés par l'observation microscopique dans les glandes génitales des deux sexes assument ce rôle.

Il restait à Buffon un autre pont à couper entre les minéraux et les corps organisés, obstacle qu'il surmonte sans difficulté. La troisième et dernière classe de corps inertes qu'il reconnaît, les minéraux figurés, présentent en surface un début d'organisation qui indiquerait l'existence de la vie. En fait, ces traces sont dues aux molécules organiques qui proviennent de la décomposition de plantes et d'animaux, trop peu nombreuses pour imprimer une organisation marquée et peu susceptibles de pénétrer à l'intérieur d'une masse minérale peu ductile. La voie est désormais libre à l'unification des plantes et des animaux en un seul règne des corps organisés qui donne un sens précis aux multiples expressions, toutes variantes ou équivalents du mot organisation : machine animale, machine organique, mécanique vivante, ressorts, organisation interne, qui parsèment *l'Histoire naturelle*.

De même que les préformationnistes pensaient avoir trouvé la justification de leurs vues philosophiques sur l'origine de l'organisme dans des phénomènes naturels observés chez les plantes et chez les insectes, les épigénésistes appuyaient leurs vues sur des arguments tirés de l'observation et de l'expérimentation. L'observation la plus frappante était le tube à ressort du calmar, étudié par Tuberville Needham sur les côtes du Portugal (1743), dont la structure et la fonction sont celles d'une véritable machine projectile, produite cependant par un organisme vivant. La machine est formée d'un double étui transparent et élastique dont une extrémité est recouverte d'un couvercle qui, humecté, laisse échapper le contenu composé d'une vis, d'un ressort en spirale et d'un barillet projetant dans l'eau environnante la laitance retenue dans un corps spongieux qui contient les animalcules spermatiques d'une taille exceptionnelle. Toute la terminologie de Needham est empruntée à la mécanique (2). Au siècle suivant, la lecture de ces observations de Needham n'a pas manqué d'impressionner Dutrochet, qui a interprété l'action du tube à ressort comme un phénomène d'endosmose et l'a reproduit dans son atlas (1837). Rappelons que Dutrochet est le promoteur du matérialisme mécaniste en physiologie au xix^e siècle (3). Pour Needham, comme pour Buffon, il s'agit de « machines prodigieusement petites », et la conclusion est que les animalcules spermatiques de tous les animaux doivent être des machines pareilles à celles du calmar. Les tubes à ressort, comme les animalcules, sont organisés ; ce sont des « machines naturelles », ni animaux, ni végétaux, ni minéraux, et Needham, s'inspirant des travaux de Haller, leur attribue l'irritabilité et en fait des « êtres vitaux », l'équivalent des molécules organiques de Buffon, ayant une existence

matérielle dont les « natures vitales » de Grew étaient dépourvues, image qui n'a pas manqué d'ébranler le préformationniste Bonnet (4).

Un autre phénomène naturel qui joue en faveur des thèses épigénétiques est la génération spontanée. Les infusions animales et végétales démontrent l'existence de « machines organiques » dans les tissus d'où l'excès n'ayant pas servi à la nutrition ou à l'accroissement est déversé, après passage par le moule de l'organe correspondant, dans les organes de la reproduction, diffus comme chez l'hydre, ou localisés comme chez le quadrupède. Il y a identité des molécules organiques des plantes et des animaux ; d'ailleurs, les animaux se nourrissent de végétaux directement (herbivores) ou indirectement (carnivores) par animal interposé, donc, ainsi que le remarque Buffon, de corps organisés. De plus, l'unité du règne des corps organisés est assurée par l'existence d'une substance génératrice unique dont les molécules organiques de Buffon ou les corps vitaux irritables de Needham dérivent (5), utilisables successivement par des organismes différents. Il en résulte un nivellement des deux règnes, animal et végétal, qui « aux yeux de la nature sont du même ordre » (6), autre argument de l'antagonisme de Buffon envers les classificateurs, dont on fait une question psychologique réduite à une animosité dirigée contre Linné. Dans l'ensemble, les propriétés communes aux plantes et aux animaux sont plus nombreuses et plus importantes que les différences (7). Elles sont la conséquence de l'organisation et, plus que la forme, ce sont la génération, la nutrition et la croissance, éléments constitutifs de l'ancienne âme végétative d'Aristote, qui assurent l'unité du règne organique.

Un autre exemple de l'intérêt que Buffon attache à l'organisation, est la place qu'il accorde, malgré quelques avatars (8), aux dissections de Daubenton, même si les descriptions anatomiques de l'organisation interne, limitées aux Vertébrés supérieurs, ne sont pour lui qu'un complément de l'histoire naturelle des animaux. La dissection révèle, néanmoins, le jeu de la « mécanique vivante » (9).

On peut se demander si, par moments, Buffon ne doute pas de la mécanique cartésienne. Certes, ramener tout à la mécanique, est une idée « assurément grande et belle ; ce pas est le plus hardi qu'on ait pu faire en philosophie, et c'est Descartes qui l'a fait » (10), mais le mécanisme n'est pas entièrement satisfaisant parce qu'il laisse dans l'ignorance de la cause des effets mécaniques, comme on ignore d'ailleurs la cause de la gravitation, terme de référence qui a servi à de nombreux biologistes. Ce doute qui n'a rien de cartésien est pour le moins inattendu, venant d'un naturaliste pour qui la vie est « une propriété physique de la matière » (11). Mais une machine porte en elle-même l'explication de son fonctionnement, ce qui incite Buffon à revenir dans le droit chemin du mécanisme et à reconnaître que toute cause qu'on découvrirait serait mécanique, opinion différente de celle de Newton étant donné que les causes mécaniques sont des propriétés générales de la matière, et qu'il y en a parmi elles qui échappent au contrôle des sens. En réalité, Buffon est déçu que les

sens n'arrivent pas à pénétrer dans la structure intime de l'organisme pour se rendre compte des phénomènes qui s'y passent et surtout de la force « qui agit dans la nutrition et le développement ». Il semble penser au moule intérieur et à son action sur les molécules organiques, qui reste imperceptible et invisible à l'homme mal servi par des sens imparfaits. Derrière les inconnues c'est encore le mécanisme qui se profile, et il admet son utilité (12). L'état de la science de son temps ne lui permettait pas d'entrevoir la vraie cause, le métabolisme intermédiaire de l'avenir, malgré une conception claire des rapports entre fluides et solides.

Les éléments de l'organisation chez Buffon sont trop bien connus pour y insister. Le moule intérieur, inexistant chez les minéraux, est une notion que Buffon a pu trouver chez Bourguet dont l'œuvre lui était connue, et que Bourguet affirme avoir prise chez les auteurs italiens (13). Quelle que soit sa source dans les sciences naturelles, le moule est une notion mécanique empruntée aux orfèvres, comme la matrice des caractères mobiles d'imprimerie dont l'origine est la même. Il donne la forme caractéristique aux molécules organiques apportées par la nutrition, chaque organe leur imprimant ses caractères propres. Les molécules organiques sont vivantes, indestructibles, quantitativement limitées, interchangeables d'un corps organisé à l'autre, sans égards pour la classification ; il y a là un facteur additionnel d'unification des plantes et des animaux.

L'idée de molécules organiques rejoint l'image des cristaux, dont chacun est composé de cristaux de plus en plus petits, de la même forme caractéristique pour une espèce donnée. C'est l'observation de Leeuwenhoek dont s'était servi Bourguet, mais pour Buffon analogie n'est pas identité, et il contraste nettement l'organisation animée de ces « machines naturelles » avec les minéraux qui sont « sans organisation » (14), ce qui leur enlève toute possibilité de génération, critère distinctif fondamental de tout ce qui vit. La croissance est un phénomène commun qui se fait par *juxtaposition* chez les minéraux, par *intussusception* chez les animaux et végétaux, expressions déjà employées par Réaumur et par Bourguet, qui remontent à Descartes (15), connues depuis 1664 et bien implantées dans le langage scientifique. Les molécules organiques sont formées d'une masse gélatineuse qui caractérise la substance génératrice, identifiée chimiquement à la même époque (1745) par Beccari avec le gluten, et qui jouera un rôle fondamental dans l'histoire des structures organiques jusqu'à la deuxième moitié du XIX^e siècle (16). D'après Buffon, elle est très répandue et le fond des mers chaudes est abondamment pourvu en bitumes qui contiennent cette substance gélatineuse d'origine animale (17), que Heckel et Thomas Huxley identifieront, à tort, avec le protoplasme (1878). La substance des particules organiques est donc la même que celle des êtres organisés, qui résulte de leur assemblage conformément à des modèles définis. Mais quel que soit le niveau considéré, molécule organique de Buffon, hydre d'eau douce de Trembley, ou quadrupède disséqué par Daubenton, il s'agit dans chaque cas d'organisations qui diffèrent par le degré de perfectionnement.

Ayant endigué le monde minéral dans des limites infranchissables, Buffon accorde aux rapports entre la nature, la vie et l'organisation, une spécificité inconnue avant lui et qui annonce les développements de la biologie future. Une des idées les plus originales est la prédilection sans bornes qu'a la nature de créer l'organique plutôt que l'inorganique. La création continue de l'inorganique aboutirait à une augmentation considérable de la masse minérale, tandis que la masse organique reste stable de par la nature cyclique de la vie avec ses alternances de génération et de destruction, de sorte que « le total de la quantité de la vie est toujours le même » (18). Chiffres en main, l'ancien mathématicien et actuel pourvoyeur en bois de la marine, calcule qu'à partir d'une seule graine d'orme, tout le globe terrestre serait couvert par cette seule espèce en cent cinquante ans. Il ne faudrait que trente ans pour obtenir le même résultat avec les poules, si tous les œufs pouvaient éclore sans destruction (19). Produire l'organique est « l'ouvrage le plus ordinaire de la nature » qui « tend plus à la vie qu'à la mort » (20), parce que le procédé est plus économique. Buffon reconnaît la « nature singulière de cette idée à laquelle il faut s'habituer », ce que les naturalistes ne manqueront pas de faire, mais pas avant Darwin qui, sans l'avoir prise chez Buffon, en fait la base de sa conception de la lutte pour la vie. On ne saurait s'empêcher de faire un rapprochement entre cette idée de la constance de la matière organique dans la nature et la limitation de la matière organique chez l'individu, qu'exprime Etienne Geoffroy Saint-Hilaire dans la loi du balancement des organes, comme Goethe dans le « budget de la nature », et que Cuvier n'a pas répudiée. Elle s'applique à l'organisation de l'individu comme à la matière vivante dans sa totalité. Le fait important à retenir, c'est que créer l'organique signifie organiser (21).

Un nouveau profil des sciences de la vie se dessine au XVIII^e siècle, nettement tracé par Buffon. Aux équivoques qui subsistent chez Bourguet, pour qui l'organisation présente une universalité à laquelle aucun corps naturel n'échappe, Buffon substitue une coupure nette entre le minéral et le vivant, seul désormais à bénéficier de l'état organisé. Un obstacle devait être surmonté, difficile parce qu'il était le produit, non des faits naturels, mais des habitudes de pensée des naturalistes. C'était la *scala naturae* qui allait faire les frais de l'opération. Pour séparer le vivant du non vivant, Buffon s'est vu obligé d'accepter le saut brusque de l'un à l'autre, une discontinuité qui aboutira aux *hiatus*, notion importante chez Lamarck et Cuvier qui, forts des données de l'anatomie comparée, porteront le coup de grâce à l'échelle des êtres. D'autres naturalistes, Pallas, A.-L. de Jussieu, Blumenbach, se trouveront dans la même situation, et même Bonnet qui rectifie ses vues antérieures (1762) et constate à regret le saut brusque du minéral au végétal. Mais l'échelle des êtres organisés est maintenue par Buffon et les autres naturalistes ; séparation et continuité étaient des conditions nécessaires à la formation du concept de biologie, le critère différentiel étant l'organisation, reflet organique de la machine qui se confond avec la vie. Désormais organisa-

tion-machine-vie représentent les volets d'un seul tryptique, que les naturalistes qui l'ont suivi ont établi sur des bases solides. Se référant à l'homme, Buffon s'exclame : « c'est donc l'organisation, la vie, l'âme qui font proprement notre existence » (22). L'avenir se contentera de la vie et de l'organisation, sans l'entrave théologique de l'âme qui sera matérialisée et deviendra une émanation de l'organisation.

CHAPITRE VI

L'ORGANISATION CHEZ LES PHILOSOPHES DU SIÈCLE DES LUMIÈRES

Les philosophes du Siècle des Lumières ont trouvé dans l'idée d'organisation un point d'appui ferme en faveur de leur conception matérialiste de l'organisme vivant en général, et de l'homme en particulier. Leur choix montre mieux que tout autre exemple l'extension prise par cette notion qui pousse des racines par delà le domaine des sciences naturelles au profit d'une cause qui, moins scientifique que philosophique, relève en fin de compte de la sociologie et de la politique. D'Holbach et Helvétius ont pu trouver la notion d'organisation dans les écrits de nombreux médecins, collaborateurs de l'*Encyclopédie* : Tarin, Jaucourt, Haller, Bordeu, etc... pour qui l'organisation était une donnée de fait, liée à leur connaissance de l'anatomie, la branche la plus avancée des sciences naturelles à l'époque (1). Diderot a manifesté un intérêt particulier pour l'anatomie, dont il fit l'apprentissage chez le chirurgien Verdier et au cabinet d'anatomie de Mademoiselle Biheron, sans oublier les contacts à l'occasion de la traduction du *Dictionnaire* de James. L'anatomie des Mammifères, de l'homme en particulier, présentait un modèle d'organisation extrêmement précis qui avait marqué de son sceau la physiologie conçue comme une anatomie en action, à l'image d'une machine. La physiologie tient peu de place dans l'ensemble des arguments des philosophes. Les systèmes d'organes (circulation, respiration), indispensables à Descartes pour décrire la machine humaine, sont implicites dans l'organisation, et ce n'est pas à partir d'eux que l'on tirera l'homme de l'emprise théologique, mais à partir des organes qui établissent le contact entre l'être vivant et le monde extérieur et qui sont en rapport avec le système nerveux. Diderot seul consacre un court chapitre aux organes dans ses *Elémens de physiologie*, ensemble de notes tirées principalement de l'œuvre de Haller, tout en accordant à chaque organe une « vie particulière » (2) conformément aux vues de Bordeu. C'est pourtant de leur ensemble que vit l'organisme : « L'organisation et la vie, voilà l'âme » (3), exclamation qui n'est qu'une refonte à peine voilée de celle de Buffon : « c'est donc l'organisation, la vie, l'âme, qui font proprement notre existence » (4).

L'adoption de la machine trouve son expression la plus complète chez la Mettrie, dont la description rappelle celle de Bourguet, elle-même faisant écho à celle de Descartes : « le corps humain est une horloge, mais immense, et construite avec tant d'artifice et d'habileté, que, si la roue

qui sert à marquer les secondes vient à s'arrêter, celle des minutes tourne et va toujours son train ; comme la roue des Quarts continue de se mouvoir ; et ainsi des autres, quand les premières rouillées, ou dérangées par quelle cause que ce soit, ont interrompu leur marche » (5). L'image est celle de la disposition et du fonctionnement indépendant des organes, avec leurs conséquences pour la pathologie humaine dont La Mettrie donne des exemples concrets. De ce point de vue d'Holbach est représentatif des philosophes matérialistes de l'époque, parce qu'il inclut l'organisation dans la définition de l'homme : « être matériel, organisé ou conformé de manière à sentir, à penser, à être modifié de certaines façons propres à lui seul, à son organisation, aux combinaisons particulières des matières qui se trouvent rassemblées en lui » (6). La définition de d'Holbach résume l'explication psycho-physiologique de l'homme commune à l'ensemble des philosophes.

L'organisation offrait des avantages certains ; elle servait de point de départ à la conception matérialiste ; elle était un produit de la nature, ce qui éliminait le créationnisme et renforçait l'athéisme ; elle rendait les rapports entre cause et effet accessibles à la raison ; l'âme pouvait être ramenée à la matière et soumise aux lois universelles, même si celles-ci restaient à découvrir dans leur application à l'organisme vivant ; mais, d'ores et déjà, on pouvait affirmer que la cause des manifestations psycho-physiologiques résidait dans la matière même, et on pouvait établir une filiation matière-organisation-physiologie-psychologie, voire sociologie, chacune assurant les arrières de l'autre dans la marche vers la libération de l'homme et vers son emprise sur la nature pour en tirer des bénéfices, ainsi que Bacon et Descartes l'avaient préconisé.

Il est intéressant de voir jusqu'à quel point les philosophes du Siècle des Lumières avaient une formation scientifique, d'autant plus qu'on les a présentés comme ayant influencé la marche de la science au XVIII^e siècle. Ce fut notamment le cas de Diderot, chez qui l'on a confondu l'homme de science qu'il n'a jamais été, avec le témoin intelligent qu'il fut de l'état de la science de son temps. Toute autre interprétation serait un témoignage de la confusion entre l'histoire et la philosophie des sciences.

Tous les philosophes du Siècle des Lumières n'avaient pas la même formation scientifique, et cela explique certaines différences. Maupertuis, mathématicien, est le seul à avoir expérimenté sur les animaux (régénération, métissage) ; il proclame, comme Buffon et plus tard Diderot, l'inapplicabilité des mathématiques à la biologie, à cause de leur caractère abstrait (7) et de la nécessité de s'en tenir aux faits concrets. Malgré cela, il tombe dans l'abstraction métaphysique en inventant des molécules vivantes douées de désirs et d'intelligence. La Mettrie est médecin, élève du mécaniste Boerhaave et émule du physiologiste Haller. Il analyse le psychisme moins que les autres philosophes, mais manipule la machine organique avec plus d'assurance, en meilleur connaisseur de l'agencement de ses rouages normaux et pathologiques.

Les autres philosophes n'ont pas de formation scientifique ou médicale

à proprement parler. Cependant d'Holbach, traducteur du *Traité du Soufre* de Stahl (1766), a une culture scientifique remarquable, en chimie et en minéralogie en particulier, et il s'en sert pour expliquer des phénomènes qui ont leur analogue dans l'organisme vivant. Helvetius se servira aussi, à l'occasion, d'analogies empruntées à la chimie. De ce point de vue, d'Holbach fait preuve d'un esprit plus scientifique que Diderot ; on en peut voir un exemple dans l'interprétation donnée, par l'un et par l'autre, de la conversion de la matière inanimée en matière animée. Pour Diderot (8), la sensibilité étant universelle, la transformation de la forme inerte (la pierre de la statue de Falconet) en forme active (chez l'homme), se fait à la suite d'un cycle naturel qui rend la pierre comestible. Tandis que l'inspiration de Diderot se veut physiologique, d'Holbach se sert d'analogies que lui offre la chimie. Il reconnaît deux sortes de corps, ceux qui se combinent et ceux qui ne se combinent pas (9). Ceux-ci peuvent, cependant, se combiner grâce aux *intermèdes*, substances qui servent de trait d'union aux deux autres. Par exemple, l'immiscibilité de l'huile et de l'eau est surmontée par l'addition d'un sel alcalin d'où résulte le savon, corps nouveau. Pareillement, il existe des « mixtes », et c'est par leur intermédiaire que les molécules insensibles deviennent sensibles (10) et s'identifient avec la substance de l'organisme, « *s'animalisent* », mot qu'il souligne, nouvellement introduit en médecine (1742), et qui fera fortune. L'exemple de d'Holbach, classique à l'époque, tiré de la chimie minérale, explique les faits de la chimie des organismes et même les dépasse : de cet ordre de combinaisons résultent des corps qui sont « tous physiques et moraux ».

La conversion de la sensibilité inerte en sensibilité active, que d'Holbach appelle une hypothèse (11), et qui prouverait que la sensibilité s'acquiert comme le mouvement, élève des doutes même chez Diderot son promoteur. Dans la *Réfutation* d'Helvetius, il hésite sur la validité de ses affirmations antérieures : « la sensibilité générale des molécules de la matière n'est qu'une supposition, qui tire sa force des difficultés dont elle débarrasse, ce qui ne suffit pas en bonne philosophie » (12). Ce qui était une doctrine philosophique devient un pis-aller scientifique qui rejoint l'attitude plus prudente de d'Holbach, dont l'ouvrage a précédé la *Réfutation* de 3-4 ans.

Diderot et Helvetius, ancien fermier général, n'ont pas de formation scientifique. Le premier, qui se tient au courant de toutes les nouveautés médicales et scientifiques — il avait même suivi des cours de chimie chez Rouelle — subit l'influence des médecins vitalistes de Montpellier, de Bordeu en particulier, où il trouve davantage d'arguments en faveur de ses thèses sensualistes qu'il n'en trouve dans la rigueur d'un médecin expérimentateur comme Haller.

Il y a tout un ensemble de données scientifiques qui est commun aux philosophes matérialistes. Signalons d'abord l'atomisme de Lucrèce qui, sans faire l'objet d'une étude particulière, renforce la trame de leur matérialisme. Ils acceptent l'échelle des êtres, notion banale qui s'est

perpétuée sans discontinuité depuis Aristote et que des historiens de la science du XVIII^e siècle attribuent généreusement à Leibniz et à Bonnet. L'échelle des êtres présente l'avantage d'unifier tous les corps naturels, et Diderot fut celui qui s'y intéressa le plus. Il espérait même, comme Bonnet d'ailleurs, que les progrès de l'anatomie comparée combleraient les vides encore présents dans l'échelle des êtres. Le contraire arriva et, autour de 1800, l'anatomie comparée sonna le glas de l'échelle des êtres. La préformation est alors rejetée en bloc, car elle conduit à la créationnisme de Malebranche et de Bonnet, et s'oppose au matérialisme et à l'athéisme qui s'accommodent mieux à l'épigenèse et de la génération spontanée de Buffon et de Needham.

Les philosophes font preuve de probité intellectuelle en avouant honnêtement leur ignorance de phénomènes qui tiennent une place importante dans leur système. La Mettrie déclare ignorer la nature de la matière, du mouvement, de l'irritabilité, de la pensée, ainsi que leurs rapports. D'Holbach avoue ignorer la nature des éléments qui constituent l'organisme, comme il avoue ignorer l'origine de l'homme, et se contente de recenser les propriétés des corps, seul moyen de connaissance de l'organisme. Diderot ignore les lois du mouvement des corps organisés et admet l'existence de bornes à l'entendement humain. Ainsi tracent-ils des limites à la connaissance scientifique, mais les éléments qu'ils possèdent leur suffisent à bâtir une philosophie sur des bases matérialistes.

Un autre trait commun à leurs philosophies est la nécessité de l'expérience, hautement proclamée comme moyen d'approfondir la connaissance de la nature dans la réalité de ses multiples manifestations. Il s'agit surtout d'un article de foi qui, une fois proclamé, frappe par son absence. Par ailleurs, on ne fait pas de distinction entre l'expérience, connaissance du vécu par le sensible, attitude passive, et l'expérimentation dans le sens de phénomène provoqué par l'intervention active au laboratoire. D'ailleurs, quelle expérimentation invoquer quand il s'agit de phénomènes mentaux aussi fins que la mémoire et l'intelligence ? Il y avait bien les expériences de Haller sur le cerveau, le cervelet et la moelle épinière, et celles des chirurgiens Saucerotte, Sabouraud, Chopart et Mehée de la Touche, mais elles n'allaient pas au-delà de la constatation de convulsions et de sensibilité douloureuse, incapables de fournir des renseignements transférables de l'animal à l'homme, et les philosophes ont préféré constater les données de la pathologie cérébrale sans les analyser.

Pour La Mettrie, l'observation et l'expérience sont les seuls guides : « Prenons donc le bâton de l'expérience » (13), par opposition aux « Méditations ». Il ne donne aucun exemple expérimental, se limite aux observations de la vie quotidienne et de la pathologie, mais avertit du danger de la subjectivité, du « sentiment intime et de l'expérience propre à chaque individu » (14), dans l'établissement des systèmes. Pour d'Holbach aussi, la voie de la « recherche » conduit « à la physique et à l'expérience » (15) qui est accessible aux sens. Les corps sont connaissables par les « impressions » qu'ils produisent sur nous grâce à leur propriétés,

moyen de connaissance que Chevreul reprendra à son compte au siècle suivant, mais d'Holbach, pas plus que La Mettrie, n'indique le moyen de dépouiller les impressions de toute contamination subjective comme le ferait une expérimentation rigoureuse. Apparemment, le fait pour la sensation d'agir sur des organes, donc sur des structures matérielles, suffit à lui assurer un caractère d'objectivité et la prémunit contre les interprétations subjectives. Celles-ci sont l'apanage de la métaphysique, ce dont l'existence de nombreux systèmes opposés est la preuve éclatante ; par contre, la réalité objective de l'organisation est absolue.

La question de la place de l'expérience (expérimentation) comme moyen d'investigation de la réalité se pose surtout à propos de Diderot, qui a formulé les éléments de la méthode expérimentale avec une clairvoyance étonnante, rappelant le trépied de la méthode expérimentale établie par Claude Bernard au siècle suivant. Il est regrettable que les circonstances n'aient pas permis à Georges Barral de recueillir les commentaires de Claude Bernard sur Diderot (16). Il est vrai que le projet de lecture portait sur les *Elémens de physiologie* (17) et non sur l'*Interprétation de la nature* (1753-1754), ouvrage qualifié d' « essai sur la méthode expérimentale » (18). Cependant, l'essai n'est pas une réussite, et il est vraisemblable que Claude Bernard l'aurait commenté avec beaucoup d'indulgence. L'idée de méthode expérimentale n'était pas nouvelle ; l'utilisation de l'observation contrôlée par l'expérimentation faisait partie du programme d'activité de toutes les académies, à commencer par l'Accademia dei Lincei (Rome 1600-1630) où brillait Galilée ; et aussi de l'Accademia del Cimento, Cimento signifiant expérience, (Florence 1657-1667) où brillaient les élèves de Galilée : Viviani, Toricelli, ainsi que Sténon et surtout Redi, l'initiateur de l'expérience de contrôle ; et enfin de la Royal Society et de l'Académie des Sciences.

La méthode expérimentale résulte d'une nécessité : le nombre des phénomènes naturels est infini, leur intrication trop enchevêtrée, et l'entendement humain a des limites. En principe, l'idée que tout se réduit à la double voie qui va des sens à la réflexion et de la réflexion aux sens est juste (19). Les moyens d'exploration de la nature sont l'observation des faits, « la véritable richesse du philosophe », la réflexion, qu'on appellera hypothèse, et l'expérience qui vérifie la validité de la réflexion. La première doit être assidue, la deuxième profonde et la troisième exacte (20). Les principes étant posés, Diderot ne va pas plus loin et ne montre pas les rapports existant entre les trois composantes de la méthode, leurs rôles respectifs et leur conditionnement réciproque, tout en reconnaissant la nécessité de lier les faits entre eux. Dans sa recherche de l'universel, qu'il s'agisse de la totalité de la nature, de l'unité de la matière ou de la sensibilité, le fait particulier seul, auquel la méthode est applicable, passe inaperçu. Quelle valeur méthodologique peut-on accorder à une réflexion du genre : « L'indépendance absolue d'un seul fait est incompatible avec l'idée de tout » (21) ? Or, l'expérimentateur agit comme si le fait particulier était réellement indépendant du tout. L'expérimenta-

tion sur l'absorption intestinale, par exemple, se passe comme si les poumons, la thyroïde ou tout autre organe n'existaient pas. Vraie philosophiquement, la proposition est fausse expérimentalement ; le but de l'expérimentation est d'isoler un fait sans se soucier de l'ensemble. Le holisme physiologique appartient à l'animiste Stahl, au vitaliste Barthez et au philosophe Auguste Comte, non à l'expérimentateur qui est mécaniste et démonte chaque pièce de la machine. C'est aussi la méthode analytique de Condillac dans l'établissement des idées simples. Diderot se sépare de son guide Francis Bacon qui recommande la méthode analytique : isoler chaque phénomène de l'ensemble intriqué où il se trouve (22). Diderot continue et révèle son but, qui n'est pas la connaissance du phénomène mais l'idéal philosophique de la science : « sans l'idée de tout, plus de philosophie » (23). Son choix d'un exemple qui illustre l'application de la méthode expérimentale à un fait particulier, l'origine de la mole chez la femme (24), est techniquement impossible et théoriquement sans grand intérêt tant que les conditions normales du phénomène qui doivent servir de point de repère sont inconnues comme elles l'étaient de son temps. Les « conjectures physiques » qu'il propose tiennent davantage du visionnaire que des possibilités expérimentales. Entièrement pris par le mirage des particules de la matière et par l'homme, deux extrêmes philosophiques sans liaison entre eux, il devient antiscientifique et tombe dans l'idéalisme. C'est ainsi qu'il reproche aux méthodistes (lire classificateurs), d'avoir mis l'homme en tête des quadrupèdes, malgré que « son organisation contredit celle des quadrupèdes » (25), erreur scientifique grave qui nie l'unité de la nature qui lui est chère. Même le cardinal de Polignac était moins exigeant quand il offrait le baptême au singe sur la seule preuve de la parole, ne trouvant aucune différence par ailleurs. Tout ceci à cause de « la raison sublime », caractère non anatomique, et par conséquent non utilisable en classification ; et il retombe dans cette philosophie irrationnelle qu'il voulait combattre à l'aide de la philosophie expérimentale. Du point de vue scientifique, le méthodiste Linné a raison contre Diderot. Il en est de même de son attaque, qu'on affirme dirigée contre Réaumur, et qui trahit un manque de perspicacité scientifique étonnant : « Que penserait-elle (la postérité) de nous, si nous n'avions à lui transmettre qu'une insectologie complète, qu'une histoire immense d'animaux microscopiques ? » (26). Est-ce vraiment Réaumur que Diderot visait en premier, ou Bonnet qui, à l'encontre de Diderot, était préformationniste ? Le mot *insectologie* a été inventé par Bonnet et fait partie du titre d'un de ses ouvrages où, il est vrai, il se réclame de Réaumur. Mais il se réclame aussi de Redi, Malpighi, Swammerdam, Leeuwenhoek et Vallisneri, « ces observateurs célèbres » qui ont appris « aux Physiciens à étudier la Nature dans la Nature elle-même » (27), et ont jeté par dessus bord l'habitude des « Philosophes » de copier les anciens et de se copier entre eux. Bonnet, comme Trembley, comme Lyonet et beaucoup d'autres, s'estime heureux de vivre dans leur siècle qui est celui de Réaumur. Qu'oppose-t-il « à nos observateurs d'in-

sectes » qui sont « si stupéfaits » par les merveilles de la nature ? Les molécules organiques, qui par une « inquiétude automate » auront trouvé la place qui leur convient dans la formation de l'organisme, grâce à leur sensibilité » (28). Curieusement, il inclut Daubenton, ce Réaumur des quadrupèdes, parmi les grands noms du siècle. Si le XVIII^e siècle a porté plusieurs noms, de la sensibilité par exemple, ou du siècle des lumières, il est pour l'historien des sciences, avant tout, le siècle de l'art d'observer.

L'accord avec Buffon, qui l'a peut-être inspiré, ne change rien à la réalité historique : c'est Réaumur qui a raison contre Diderot. L'état des sciences de la vie à l'époque nécessitait des monographies sur des sujets bien déterminés, îlots de sauvetage au milieu des inondations philosophiques (situation identique à celle de l'histoire des sciences de la vie d'aujourd'hui). C'est ce qu'a fait Bonnet dans ses ouvrages scientifiques sur la parthénogenèse des pucerons et sur l'usage des feuilles ; c'est ainsi qu'a agi Trembley dans sa monographie sur le polype, qui est à l'origine de la biologie expérimentale, non sans avoir demandé à Réaumur de tirer au clair la nature animale de cet organisme. C'est l'autorité de Réaumur que reconnaît Haller en lui dédiant les *Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps humain*, son œuvre la plus originale. C'est Réaumur, « le prince des naturalistes », et Bernard de Jussieu dont le jugement équivalait à « celui d'une Académie entière » et dont la tête est « l'abrégé de la nature », comme on les caractérisait à l'époque, qui ont fait progresser les sciences de la vie, et nullement Buffon et Diderot. C'était aussi la voie des sujets spécialisés qu'avaient suivie au XVIII^e siècle Harvey, Perrault, Swammerdam, Sténon, de Graaf et Malpighi, dans la célèbre monographie sur le ver à soie. C'est ce qu'avaient compris Belon et Rondelet à la Renaissance. Il est certain que les hypothèses sans assises de Diderot présentent davantage de séduction philosophique et littéraire que la science des faits. Dans l'histoire qui a fait la science, Réaumur pèse plus que Buffon et Diderot, et Haller plus que Bordeu.

On a affirmé que dans *De l'Interprétation de la nature* Diderot « cache l'audace de ses idées sous l'obscurité de ses propos » (29). Cela est possible mais, pour ce qui est de la méthode expérimentale, l'obscurité des propos vient de l'obscurité des idées, trop soumises aux généralisations d'une pensée qui entre en conflit avec les particularités d'une *praxis* qu'il aurait pu trouver chez ses contemporains, Réaumur, Trembley, Haller et Fontana, qui lui étaient connus, sans parler du classique Galilée. La méthode expérimentale ne peut éclore que d'une confrontation de la théorie avec la pratique. Or, la *praxis* était étrangère à Diderot, qui n'était pas naturaliste et encore moins expérimentateur. L'*Esquisse de physique expérimentale* témoigne des rêveries d'un esprit confus qui se perd dans le vague des généralités, d'où aucune méthode ne peut résulter. Il n'en reste pas moins que Diderot a eu l'intuition de la méthode expérimentale, et Claude Bernard aurait relevé avec plaisir une remarque où il se serait reconnu : la philosophie expérimentale est souvent confron-

tée avec l'inattendu ; on peut découvrir un phénomène qu'on ne prévoyait pas et ne pas découvrir l'attendu (30).

Maupertuis, scientifique de formation, malgré quelques expériences non systématisées sur l'animal, fait aussi abstraction de l'expérimentation dans l'explication des phénomènes, et préfère les voies détournées de la déduction philosophique au concret des faits et à l'aveu des limites de la connaissance, comme le fait Haller pour l'irritabilité. Il attribue l'intelligence, avec tout ce qu'elle comporte de psychologique (désir, aversion), aux particules de la matière, par analogie avec les animaux constitués pour expliquer les faits concrets de l'hérédité que ses expériences de croisement, l'étude de la polydactylie chez l'homme et chez l'animal, et l'étude des monstres, ne justifient pas. Le problème de l'hérédité est résolu à travers la mémoire des particules de matière. Il n'est pas plus expérimentateur que La Mettrie, Diderot ou Helvetius, dont il se sépare en tant qu'il nie « que l'organisation, qui n'est que l'arrangement des parties, puisse jamais faire naître une pensée » (34).

L'organisation est la plateforme commune des philosophes du siècle des lumières, même si Diderot semble vouloir garder ses distances et nier son assimilation à une machine : « l'homme n'est pas une machine » dit-il (32) (*), pas plus que « L'animal est une machine hydraulique. Que de sottises on peut dire d'après cette unique supposition » (33). La logique de la position matérialiste le ramène cependant à l'organisation, d'où il s'élance avec assurance sur le terrain de la psychologie de l'homme, qui est le but de sa démarche philosophique.

L'homme est une machine comme les animaux, formée de roues, de pistons et de ressorts, rappellent La Mettrie et Helvetius, dont le matérialisme mécaniste est plus inébranlable que celui des autres philosophes. Comme la matière dont elle n'est qu'un arrangement défini, l'organisation a un caractère d'universalité qui unifie tous les corps vivants. La Mettrie pousse l'identité à l'extrême en trouvant chez les plantes les mêmes organes que chez l'homme (34), idée qu'il a pu trouver chez son maître Boerhaave mais qui, en fait, remonte à Aristote. Ce type d'organisation est fondé sur l'anatomie de l'homme et des quadrupèdes, en ignorance complète des invertébrés, à l'exception du polype de Trembley, lié au phénomène particulier de la régénération dont l'organisation est très simple, dépourvue d'organes spécifiques. Cette déficience a privé les philosophes d'un argument puissant en faveur de la thèse matérialiste, qui leur aurait montré le parallélisme étroit qui existe entre l'organisation et les fonctions qu'elle commande, leur complexité progressive qui aboutit au système nerveux dont les manifestations les intéressent en premier lieu. L'homme ne serait que mieux compris, ainsi que le montrera Lamarck.

La Mettrie présente avec plus de force l'organisation chez l'homme,

(*) Dans une lettre adressée à Falconet (mai 1768), Diderot écrit au sujet de la goutte dont il est affligé, qu'elle « a employé trois mois entiers à faire le tour de ma machine » (Correspondance, G. Roth, Paris, 1962, VIII, 27).

étant moins préoccupé que Diderot et Maupertuis par les formes élémentaires de la matière et par les transformations que leur imprime le mouvement universel, et tire des conséquences directes de la machine humaine en faveur des thèses athées. Pour Diderot, Helvetius et d'Holbach, l'organisation est une donnée de fait qui s'impose d'elle-même. Quand Diderot discute le problème de l'organisation avec d'Alembert, aucune divergence ne s'ensuit ; on ne discute pas l'évidence qu'illustre par contraste la statue de Falconet, dépourvue de structure interne (35), donc d'organisation.

Dans la fameuse *Réfutation* de l'œuvre posthume d'Helvetius *De l'Homme*, l'organisation sert de toile de fond et reconcilie les opposants. Pour Helvetius, l'organisation est la même chez tous les hommes sans distinction, ce qui signifie, et c'est le but visé, qu'il y a une égale aptitude à l'esprit. Il ne nie pas l'existence de différences dans l'organisation, mais c'est une question de nuances « plus ou moins fines ». Surtout, « qu'on ne suppose pas néanmoins une différence extrême dans l'organisation commune des hommes » (36). Les différences sont indéniables, mais elles sont dues à l'éducation et aux habitudes, c'est-à-dire aux conditions qui déterminent la place qu'occupe chaque homme et chaque femme dans la société (37) et qui, par conséquent, ne sont pas sous la dépendance de l'organisation. Tous les hommes, et Helvetius y insiste, ont la même perception des rapports entre les mêmes objets, et c'est en cela que consiste la propriété essentielle de l'esprit (38). L'égalité physiologique ouvre la voie à la critique des inégalités sociales. Tel n'est pas l'avis de Diderot (39). A côté d'arguments politiques (rôle du gouvernement, rôle du prince éclairé), moraux (attitude du savant envers les richesses de ce monde, place du plaisir physique dans le comportement), Diderot doute de l'identité de l'organisation, critique l'interprétation d'Helvetius des rapports entre l'être et la pensée, et doute que l'expérience sensible puisse expliquer à elle seule la formation du jugement, étant donné que cette faculté est commune à l'homme et à l'animal. En imitation de Bordeu, il localise le centre de la sensibilité dans le diaphragme, organe en « sympathie » avec le cerveau (40), mais on ignore s'il était au courant de l'absence de cet organe chez l'immense majorité des animaux doués pourtant de sensibilité. Helvetius n'explique pas les rapports entre la sensation, la mémoire et le cerveau, et Diderot exige un critère différentiel qui sépare l'homme de l'animal, dont il ne précise pas la nature, et navigue sans boussole entre l'organisation et « cette autre chose » qui caractérise l'homme. Diderot marque un recul sur ses opinions passées, et on n'a pas manqué de le traiter d'idéaliste. Cependant, il ne peut pas aller trop loin dans sa critique d'Helvetius sans mettre en danger les thèses matérialistes et l'idéal d'égalité sociale qui étaient une des fondations de leur idéologie commune. Tout en rejetant l'idée de l'uniformité de l'organisation et celle que l'éducation explique tout, tout en reconnaissant à Helvetius des conclusions fausses mais des prémisses vraies, il s'embarque sur le même bateau en se munissant d'amortisseurs : au lieu de dire que l'organisation ne joue pas, il vaut mieux dire qu'elle fait moins qu'on ne le pense, et s'il n'admet pas que l'éducation

fasse tout, il faut admettre qu'elle fait beaucoup (41). Le débat vire du qualitatif au quantitatif ; les limites que la conception matérialiste de la nature et de l'homme impose ne sont pas dépassées, et la notion d'organisation est sauve. Diderot était en danger de perdre la matérialité de l'âme que l'organisation devait sauver, et que La Mettrie avait formulée de la manière la plus catégorique : « L'Organisation suffiroit-elle donc à tout ? Oui, encore une fois » (42). Ce tout proclamé si vigoureusement par La Mettrie, se réfère à la psycho-physiologie, à l'idéologie et au comportement de l'homme, qui constituent le fonds commun des philosophes du Siècle des Lumières.

La première conséquence, et la plus importante, porte sur les instruments de la connaissance : ce sont les organes, dont la cause d'action se trouve en eux-mêmes, indépendamment de tout facteur étranger à l'organisation. Si l'animisme, conception spiritualiste, est rejeté, l'âme est retenue en tant qu'entité corporelle qu'il s'agit d'expliquer, et c'est l'organisation qui fournit la clé. L'existence de l'âme est indéniable ; elle trouve son explication dans les propriétés de la matière organisée. Tout devient problème d'anatomo-physiologie où le sensualisme de Locke se greffe sur l'organisation, dont l'influence se manifeste soit directement, soit par l'intermédiaire de Condillac. La substance immatérielle de Descartes, qui constituait l'âme, n'a plus de place, et les philosophes matérialistes ne retiennent de lui que la machine, en matérialisant l'âme qui se fond dans l'action des sens. C'est par leur intermédiaire que le monde est connaissable, que l'homme en fait l'expérience, garde le souvenir grâce à la mémoire, raisonne et juge. Tout cela est conforme à l'enseignement utilitaire de Locke, pour qui les sens sont ajustés de telle façon « qu'ils puissent nous servir aux nécessités de la vie et à ce que nous avons à faire dans ce monde » (43). L'aptitude à éprouver des sensations est générale, elle se transforme en connaissance au moyen de l'expérience, même si cette connaissance n'est pas absolue, l'absolu étant pour Locke l'apanage de Dieu, ce dont les philosophes français ne se soucient pas. Pour eux, c'est l'aptitude qui est innée, et non les idées comme le veut Descartes, aspect de sa philosophie qu'ils ne retiennent pas, et l'*homo duplex* de Buffon perd sa duplicité. On apprend par les sens comme la statue de Condillac, de Bonnet et de Diderot, image de l'enfant qui naît sans expérience, ou comme l'aveugle-né à qui on rend la vue.

Les philosophes, dans leur ensemble, portent le cachet de l'association, de l'organisation et du sensualisme. Pour d'Holbach, le sentiment (sensation) est la première faculté intellectuelle (44), et les propriétés de la matière organisée sont reconnaissables aux changements que les objets provoquent sur les sens. Ces changements se font suivant des lois fixes et déterminées par la nature, dont l'homme reste le prisonnier physique et mental. Helvetius présente la séquence des phénomènes avec plus de détails. Les cinq sens sont les portes d'entrée des sensations produites par les corps environnants ; ces sensations sont enregistrées par la mémoire et donnent naissance aux idées, d'où résulte l'esprit (l'intelligence). Hel-

vetius insiste sur le caractère physique de la sensibilité, qui est à l'origine des actions de l'homme (45). Pour Locke, les organes sont proportionnés aux besoins, et chacun répond à une fin ; ses exemples sont la vue et l'ouïe.

Pour aucun d'eux, l'âme n'est indépendante du corps. D'après d'Holbach, « Ceux qui ont distingué l'âme du corps ne semblent avoir fait que distinguer le cerveau de lui-même », étant donné que les nerfs des organes des sens y aboutissent, et le cerveau procède aux opérations attribuées à l'âme, soit en agissant sur les organes, soit sur lui-même avec, pour résultat, les facultés intellectuelles. Pour Helvetius, l'âme existe indépendamment des idées et du jugement, elle se confond avec la sensibilité et, pour tous, vivre c'est sentir, proposition reprise par les idéologues auxquels les naturalistes, plus scientifiques et moins concernés uniquement par l'homme, opposeront la maxime : la vie n'est que mouvement.

L'âme est un effet, non une cause. La Mettrie n'est pas loin d'accorder aux animaux la faculté de penser, étant donné que leur pensée est « presque aussi parfaite » que celle de l'homme, et qu'ils ont les mêmes réactions psychologiques que lui (46). Même l'âme raisonnable n'est qu'une modalité de l'âme sensitive (47), étant donné que la pensée dérive des sensations ; elle serait donc une propriété de la matière organisée, au même titre que l'étendue, l'impénétrabilité et l'électricité (48). D'ailleurs, quel besoin a-t-on d'une âme directeur de l'organisme émanant du Créateur, étant donné qu'il élimine jusqu'au Créateur-horloger. L'horloger qu'il voit à l'œuvre de ses propres yeux est pour le moins inattendu : le corps est une horloge dont l'horloger est le nouveau chyle (49). C'est la prosaïque nutrition, le phénomène le plus général chez le vivant, qui remonte l'horloge menacée d'arrêt.

Ainsi qu'on l'a vu à propos de la *Réfutation* de l'*Homme* d'Helvetius, Diderot n'est pas satisfait du saut de la sensation à la pensée, sans l'analyse des modifications subies le long du parcours, mais il n'est pas plus explicite au sujet de la transition de la sensibilité inerte à la sensibilité active de ses particules élémentaires. Il reconnaît que les modalités de cette transition, dont le développement de l'œuf qui passe de l'état inerte à celui de sensibilité, donc de vie, lui sert d'exemple, lui échappent. Il s'en prend à Helvetius qui emprunte à la chimie un modèle qui expliquerait la genèse des sensations : la combinaison d'alcali fixe (50) avec du sable produit le verre. De ce mélange résulte un corps possédant des propriétés nouvelles, autant que dure la combinaison des corps qui le constituent. Il en serait de même de la sensation, qui résulte de réactions à l'intérieur de l'organisme et qui ne dure que le temps de la réaction ; il s'agit d'un phénomène temporaire (51). C'est là que Diderot fait preuve d'un esprit peu scientifique, et même peu dialectique : « Sans alcali et sans sable il n'y a point de verre ; mais ces éléments sont-ils la cause de la transparence ? » (52). Non, et Helvetius ne l'a pas prétendu ; il attribuait la transparence à leur mélange, qui acquiert une qualité nouvelle, et il a raison. Diderot ne semble pas avoir la notion de changement qualitatif de la matière, à partir de corps différents produisant un corps nouveau, avec des propriétés nouvelles qui

n'appartiennent à aucun des corps qui lui donnent naissance, et dont Robert Boyle avait donné des exemples nombreux portant sur les saveurs et les odeurs (53). D'autant plus qu'Helvetius apporte l'exemple de la perte d'une propriété d'un corps par l'action d'un autre corps : l'attraction ou l'absence d'attraction du magnétisme sur le fer, suivant l'état physico-chimique de celui-ci. Est-ce à dire que la composition de l'eau à partir d'hydrogène et d'oxygène serait incompréhensible à Diderot parce qu'aucun de ces éléments ne possède la liquidité à l'état naturel ? On pourrait rétorquer à Diderot l'objection du manque d'explication du passage de la sensibilité inerte des particules de matière à la sensibilité active de l'homme, sauf à travers une organisation déjà existante. L'être sensible, avec ses organes spécialisés, ne serait-il qu'une simple addition de molécules, un produit quantitatif de la nature sans qualités émergentes nouvelles, et qui, après la mort, retournerait à l'état de sensibilité inerte ? Mais peut-être Diderot, dont les écrits philosophiques comportent de nombreuses questions sans réponses, demande-t-il aux autres une réponse qu'il n'arrive pas à trouver lui-même, obstacle qui l'empêche d'avoir une vue plus pénétrante de l'évolution organique, et dont il paraît avoir eu le pressentiment. Le matérialisme de Diderot n'est pas tout d'une pièce, comme l'est celui des autres philosophes du Siècle des Lumières à qui la machine organique, associée au sensualisme, fournit une base de départ suffisante pour l'explication naturaliste de l'homme. En tant que philosophe, Diderot les dépassait dans son analyse si nuancée de l'homme, et descendait à des profondeurs où l'acquis de la science de son temps, utilisé au mieux de ses possibilités, ne fournissait pas les moyens de suivre l'acuité de sa pensée. Le décalage entre les deux comportait des risques de glissement vers la métaphysique qu'il combattait. Conscient du danger, il se mettait à l'abri que lui tendait la science dont, par moments, il eut une vue extrêmement lucide. Par exemple, en combattant la doctrine des causes finales, il affirme que le physicien « abandonnera donc le *pourquoi*, et ne s'occupera que du *comment* », obtenu des faits et non des systèmes (54), et qui indique la vraie marche de la science. Cette même formule, mais élargie, avait été employée par Buffon qui recommande de « distinguer avec soin les questions où l'on employe le *pourquoi*, de celles où l'on doit employer le *comment*, et encore de celles où l'on ne doit employer que le *combien* ». C'est aussi chez Buffon qu'il a pu prendre l'idée de prototype, maladroite parce que inspirée d'un mélange de considérations sur les quadrupèdes et sur l'échelle des êtres. En fin de compte, il a rejoint les autres philosophes dans l'utilisation des mêmes arguments scientifiques, et cela seul importe pour l'histoire de la diffusion de la notion d'organisation.

ORGANISATION ET MOUVEMENT. Depuis Aristote, la sensibilité et le mouvement ont été le Castor et le Pollux de l'histoire de la physiologie. Indissociables, leurs rapports mal connus, tantôt l'une, tantôt l'autre, était considérée comme la manifestation caractéristique de la vie. Leur dissociation expérimentale par Haller a démontré leur individualité

propre chez les animaux supérieurs, mais les progrès de la physiologie générale au ^{xix}^e siècle devaient montrer, grâce aux études faites chez les animaux inférieurs dépourvus de structures spécialisées, qu'il s'agissait de deux aspects du même phénomène (55). Dans la deuxième moitié du ^{xviii}^e siècle, les « curieux de la nature » étaient confrontés à un choix prioritaire, et les philosophes du Siècle des Lumières, appelé aussi le siècle de la sensibilité, dont l'objectif était l'homme, optèrent pour celle-ci.

Il faut distinguer deux sortes de mouvements : le mouvement propriété générale de la matière, et le mouvement lié à l'action de la fibre musculaire, défini par Haller sous le nom d'irritabilité, spécifiquement physiologique. Les philosophes ont utilisé les deux, mais d'une manière inégale. Le premier, non justifié par les données scientifiques de l'époque, fait leur originalité. Ils l'ont déduit en réponse à leurs vues sur une nature dynamique qui dépasse le choc du mécanisme proprement dit, et que Diderot a eu l'intuition d'attribuer à l'hétérogénéité de la matière. D'Holbach l'exprime clairement : « Tout est mouvement dans l'univers, l'essence de la nature est d'agir. Il n'y a pas de repos absolu » (56). Les rapports entre cause et effet sont définis en termes de mouvement : « Une Cause est un être qui met un autre en mouvement, ou qui produit quelque changement en lui. L'effet est le changement qu'un corps produit dans un autre à l'aide du mouvement », et c'est l'enchaînement cause-effet qui définit la nécessité (57). Ce même enchaînement cause-effet avait été appelé déterminisme par Charles Bonnet et prendra toute sa signification avec la codification de la méthode expérimentale et le sens très différent que Claude Bernard donnera à ce mot. Au ^{xviii}^e siècle, le besoin de cette notion se faisait sentir, et elle finira par devenir une des assises de la conception matérialiste de la vie au siècle suivant. Appliqué à l'organisme, le mouvement doit être compris comme un déplacement de matière des organes des sens au cerveau ; c'est la sensation qui garde la primauté ; connaître un objet c'est l'avoir senti, l'avoir senti c'est en avoir été « remué ». Le mot « remué » doit être pris dans le sens de chose qui change de place, et non d'attendrissement (58). Le mouvement concerne aussi bien les impressions produites par les objets externes que par les organes internes. Dans la conception de d'Holbach, la sensation et le mouvement se conditionnent réciproquement, la cause devient effet, et l'effet cause ; la sensation est une secousse donnée aux organes ; la perception est la secousse prolongée au cerveau, dont résultent l'idée et l'image qu'on se fait de l'objet qui, par ses propriétés, imprime un mouvement propre. Chez d'Holbach, le mouvement est davantage une manifestation du mécanisme universel qu'une propriété caractéristique de l'organisme vivant, ce qui fait de la sensibilité la manifestation spécifique. Condillac avait fait précéder le mouvement par la sensation qui le conditionne. Pour lui, la vie est une suite de mouvements organiques qui s'exécutent en vertu des sensations reçues, et il affirme en avoir trouvé la preuve chez les « physiologistes ». Une des caractéristiques des philosophes du Siècle des Lumières est d'avoir été davantage séduits par les idées obscures des « physiologistes » doctrinaires,

comme Bordeu et Fouquet, que par les faits des physiologistes expérimentateurs comme Haller et ses émules Fontana et Housset (d'Auxerre).

Chez La Mettrie et chez Diderot, le mouvement physiologique prend une place plus importante que chez les autres philosophes. La Mettrie accepte comme une donnée préalable un principe de mouvement qui seul peut donner une signification à l'entité âme. D'ailleurs, peut-on concevoir une machine sans mouvement ? C'est le principe moteur « qui différencie la nature organisée de la nature inorganisée » (59). La faculté de se mouvoir fait partie intégrante du parenchyme (tissu) ; elle existe dans chaque fibre, la remenant ainsi à l'élément qui, pour Glisson et pour Haller, constitue l'élément structurel élémentaire de l'organisme. Quant à la monade leibnizienne, elle est un sujet d'ironie : « Les *monades* et les *perceptions secrètes* dont la nature a fait confidence aux Leibniziens » (60). Le mouvement de la fibre se rattache à l'irritabilité de Haller. Le mot irritabilité n'apparaît pas dans l'*Homme machine*, mais les dix exemples qu'il en donne (61), connus depuis longtemps, s'y rattachent : le cœur extirpé qui continue à battre hors de l'organisme, point de départ des travaux de Haller sur l'irritabilité, était connu depuis Aristote, avait été repris à la Renaissance avec des innovations (Colombo, Coiter), et était devenu une démonstration courante au XVIII^e siècle ; le frémissement des chairs d'animaux fraîchement tués était connu de Galien, et La Mettrie devait les connaître de ses études médicales ; il en est de même des autres expériences qu'il cite, à l'exception de la régénération du polype de Trembley qui finira par être intégré, après La Mettrie, dans le phénomène de l'irritabilité, d'une façon spectaculaire (62). Malgré cela, Haller a dû influencer La Mettrie. Les mémoires classiques sur l'irritabilité et la sensibilité ont été présentés par Haller en 1752 à Göttingen, l'année suivant la mort de La Mettrie, mais dès 1739, donc avant la parution de l'*Homme machine* (1748), Haller avait conclu que le cœur était mû par une force dont la nature restait à déterminer, mais qui était inhérente à l'organisme ; en 1743, il affirme que la fibre animale est contractile ; enfin, en 1747, dans *Prima lineae physiologiae*, il précise que l'irritabilité de la fibre musculaire est indépendante de la sensibilité des nerfs (63). D'ailleurs, la dédicace de l'*Homme machine* à Haller n'est pas fortuite. Il énonce aussi l'action réciproque entre le mouvement et la sensibilité, qui « s'excitent tour à tour » (64), ayant compris la distinction de Haller entre les deux phénomènes mieux que Diderot.

Chez Diderot aussi, le mouvement a une signification physiologique précise. Etant donné l'universalité de la sensibilité, elle ne peut pas servir de critère différentiel entre les deux états de la matière, animée et inanimée, malgré les deux états correspondants, inerte et actif. Le critère lui est fourni par le mouvement spontané, résultat de l'organisation (65). Cette notion n'était pas nouvelle à l'époque, et était acceptée pratiquement par tous les naturalistes depuis la découverte des animalcules microscopiques par Leeuwenhoek, où les épreuves de la sensibilité étaient inapplicables. D'après Baker : « We have no criterion or sensible proof whereby to distinguish life but motion » (66), opinion reprise entre autres

par Fontana (67), bien connu de Diderot. Cependant, Diderot fonde l'irritabilité et la sensibilité dans la même entité. Les notes sur l'irritabilité sont prises chez Haller, mais non les conclusions qui en diffèrent : « Cette force d'irritabilité est différente de toute autre force connue, c'est la vie, la *sensibilité* » (68). Cette formule, plus conforme aux vues spéculatives de Bordeu qu'aux données expérimentales de Haller, est plus séduisante pour un philosophe, parce qu'elle mène à la formation des idées et au psychisme de l'homme en général ; elle deviendra l'héritage des idéologues, de Cabanis en particulier, et sera une source de confusion scientifique et sémantique à l'aurore du XIX^e siècle.

CHAPITRE VII

LE DÉCOUPAGE DE L'ORGANISATION

A l'aube du ^{xix}^e siècle, la notion d'organisation subit des remaniements profonds grâce à une meilleure connaissance de la structure intime des organes, dont seul l'arrangement et les rapports avaient retenu l'attention des anatomistes et des naturalistes. A l'ancienne *Fabrica* de Vésale s'ajoute, après deux siècles et demi, la *Texture organique* de Bichat. Les connaissances nouvelles ne sont pas dues à la microscopie, comme on aurait pu s'y attendre — Bichat ne s'en est pas servi — mais trouvent leur source dans les données nouvelles de la pathologie et de la chimie.

Pinel, médecin, membre de la section de zoologie et d'anatomie de l'Académie des Sciences, appliquant les principes de la méthode naturelle de classification à la pathologie humaine, avait découvert des maladies propres aux membranes muqueuses, indépendamment de leur localisation dans l'organisme, d'où l'idée que les parties qui ont la même structure sont sujettes aux mêmes atteintes pathologiques. Ce fut le point de départ des travaux de Bichat. Il découvre, à l'occasion de nombreuses autopsies, que des organes différents présentent des maladies similaires, et que des parties définies d'un organe peuvent être atteintes, à l'exclusion de parties contiguës restées saines, d'où la supposition que les organes sont composés de parties de structures différentes, chacune ayant sa propre susceptibilité et sa propre réaction aux causes pathogènes. La justesse de ces vues devait aboutir à la science des tissus.

La chimie, de son côté, a apporté une double contribution : d'une part le modèle des corps chimiques, longtemps considérés comme simples, mais que l'analyse devait montrer réductibles à des éléments plus simples encore, comme ce fut le cas pour l'air et l'eau décomposés par Lavoisier ; d'autre part, des procédés de laboratoire applicables à l'identification de chaque tissu en particulier.

L'idée d'organisation domine la pensée de Bichat, et le démembrement des organes en tissus n'entrave pas l'assimilation de l'organisme à une machine. La définition de l'animal est calquée sur ce modèle désormais classique chez les naturalistes : « Tous les animaux sont un assemblage de divers organes qui, exécutant chacun une fonction, concourent chacun à sa manière à la conservation du tout. Ce sont autant de machines particulières dans la machine générale qui constitue l'individu » (1). Sans difficulté aucune, l'idée de petites machines est transférée tout naturellement des organes aux tissus. Bichat élargit la notion d'organisation au-delà de ce que les anatomistes avaient accepté jusqu'à lui en établissant

une hiérarchie des structures dont le but final est physiologique : les tissus sont organisés en systèmes, les combinaisons de systèmes forment les organes, et les organes sont arrangés en appareils, ce qui souligne le caractère fonctionnel des structures, idée qui se substitue à l'arrangement topographique par régions. En fait, il s'agit d'une modalité nouvelle de l'*anatomia animata* de Haller, mais appliquée à un niveau structurel plus simple, parce que fondée sur les tissus, mais dont l'étude des fonctions reste le but, et les structures le moyen.

La terminologie utilisée par Bichat ne lui appartient pas en propre. Le mot tissu appliqué à l'anatomie était connu au ^{xvii}e siècle (2) et fut repris au siècle suivant par des auteurs aussi différents que les naturalistes Montesquieu, Boissier de Sauvages et Bonnet, et par le chimiste Fourcroy, sans oublier Bordeu dont Bichat s'est en partie inspiré. Surtout, il figure dans le *Dictionnaire anatomique* de Tarin (3), de même que le mot appareil est repris par Vicq d'Azyr. Le mot système est plus ancien encore (^{xvi}e s.), connu des astronomes, et Pinel s'en était servi. Bichat les a intégrés adroitement dans son corps de doctrine.

La science des tissus de Bichat se situe dans la tendance de simplification et d'unification des phénomènes de la vie, morphologiques et fonctionnels, qui caractérise la fin du ^{xviii}e siècle et les premières décennies du ^{xix}e siècle. Cependant, Bichat ne désigne pas un tissu unique comme générateur des autres tissus, à l'imitation des naturalistes qui, depuis le ^{xvi}e siècle, considéraient que tous les organes se formaient à partir du tissu cellulaire, seul générateur, notion qui sera reprise par Etienne Geoffroy Saint-Hilaire et par Blainville. Le matériel humain dont il dispose est trop complexe à cet égard, et il s'en tient à la constatation des faits, en vertu du principe qu'en physiologie « l'art de trouver le vrai consiste à ne le chercher que dans les effets secondaires » (4), principe prudent pris chez Newton, mais que malheureusement il n'applique pas en passant des tissus à leurs propriétés. Le nombre initial de vingt et un tissus variera avec ses successeurs, qui le ramèneront à huit avant que la cellule ne soit reconnue comme l'unité structurelle unificatrice de l'organisme. En fait, la qualité unificatrice, Bichat la trouve dans les propriétés vitales des tissus réduites à deux, la sensibilité et la contractilité communes aux plantes et aux animaux à des degrés différents. Les deux coexistent et présentent un caractère d'universalité en tant qu'elles sont présentes dans tous les tissus et, par conséquent, dans tous les organes qu'ils forment, et chez tous les organismes. Il est vrai que Bichat n'attribue aux plantes que la sensibilité organique, qui ne nécessite pas la présence d'un système nerveux comme la sensibilité animale, mais il affirme aussi qu'elle est susceptible de se transformer en sensibilité animale, à condition que l'organisation requise soit présente. Le fait important est la présence de ces deux propriétés vitales chez tous les organismes, sans exception. C'est autour d'elles que s'est livrée la dernière grande bataille entre le vitalisme et le matérialisme, dont ce dernier est sorti vainqueur malgré le renouveau plus tardif du néovitalisme (5). Bichat l'a aidé et

freiné à la fois. L'attribution de la sensibilité aux plantes a soulevé des controverses en rapport avec l'irritabilité et l'excitabilité (6), parce que traditionnellement la sensibilité et le mouvement spontané étaient l'apanage exclusif de l'animalité.

Les tissus sont de deux ordres : les « systèmes généraux », qui rentrent dans la construction de n'importe quel appareil sans distinction, comme les systèmes absorbant, exhalant, vasculaire, cellulaire, qui forment le parenchyme de tous les organes et ne possèdent que les propriétés de la vie organique, de la nutrition plus spécialement ; et les « systèmes particuliers », qui « participent à la formation d'organes spéciaux » comme les tissus osseux et musculaire (7).

La science des tissus, ou anatomie générale, que Mayer appellera histologie (1819), est le titre de gloire de Bichat, mais la morphologie n'est pas le but qu'il se propose d'atteindre. Mieux que les appareils constitués d'organes, les tissus organisés en systèmes devaient fournir la base d'une physiologie nouvelle, établie à partir des manifestations élémentaires de la vie. Le caractère abstrait des définitions généralement employées ne l'encourage pas à la définir directement, aussi la définit-il en l'opposant à la mort, en opposant la physiologie à la physique, en formulant l'affirmation par sa négation. Cette définition est, somme toute, prudente en tant qu'elle ne préjuge pas de la nature de la vie, mais cette prudence sera oubliée dans l'analyse des propriétés vitales. Elle a une contrepartie pratique limitative, parce que la seule voie restée ouverte à l'étude des phénomènes vitaux est indirecte. C'est par la voie de la mort que Bichat a abordé l'étude expérimentale des phénomènes vitaux, en explorant la dépendance réciproque du cerveau, du cœur et du poumon (8), par leur suppression alternée. Ces organes, par leur action synergique, le « consensus », englobent les deux vies, organique et animale, variante du tryptique organique de Bordeu où l'appareil respiratoire remplace l'appareil digestif. En agissant ainsi, Bichat établit une hiérarchie fonctionnelle fondée sur les organes, que contredit la généralité des propriétés qui sont les mêmes pour tous les tissus formant ces organes.

Chaque tissu a une organisation propre, qui se traduit par une forme définie et par des caractéristiques que les procédés physico-chimiques mettent en évidence. Aux caractères anatomiques, Bichat ajoute une notion d'une importance capitale pour l'histoire de la physiologie : la distinction entre fonctions et propriétés, notions confondues avant lui, ainsi qu'il résulte du reproche adressé à Vicq d'Azyr, confusion ancienne présente dans les écrits d'Aristote (9). Les fonctions représentent le mode d'action des organes, elles sont spécifiques pour chacun d'eux en particulier, et nécessairement interdépendantes pour assurer l'unité de l'organisme. Les propriétés sont les qualités générales communes à tous les tissus, irréductibles à des actions plus élémentaires comme le sont les fonctions, indépendantes l'une de l'autre et d'un segment à l'autre (10). L'idée de propriété est ancienne, on la trouve chez Aristote, et encore plus clairement exprimée par Lucrèce : c'est ce qu'on ne peut pas séparer

d'un être (chose) sans qu'il cesse d'être ce qu'il est. Par exemple, l'eau est inconcevable sans fluidité et le feu sans chaleur (14).

Les rapports entre les tissus et l'organisation se manifestent à trois niveaux différents. Il y a, premièrement, les propriétés générales qui appartiennent à toute matière vivante ou inerte, comme l'étendue, l'impénétrabilité et la pesanteur. Une deuxième catégorie est représentée par ce que Bichat appelle propriétés de tissu, comme l'extensibilité et la contractilité qui se succèdent au cours de leurs opérations, auxquelles s'ajoute le raccornissement ou crispation, propriété factice, produite par la chaleur et par les réactifs physico-chimiques. Ces propriétés résultent de l'organisation des tissus et de leur intégrité ; elles persistent après la mort et disparaissent avec la décomposition chimique des tissus, autant de manifestations qu'on peut ramener en fin de compte à des conditions physico-chimiques. La troisième catégorie, de beaucoup la plus originale, est représentée par les propriétés vitales, la sensibilité et la contractilité. Celle-ci est en fait l'irritabilité de Haller, qu'il ne faut pas confondre avec la contractilité de tissus, ou élasticité. Il en résulte qu'aux vingt et un tissus différents ne correspondent que deux propriétés physiologiques, d'intensité et d'action variables, qui leur sont communes. La présence des mêmes propriétés dans des tissus différents demande quelques précisions parce que, malgré leur unicité, elles agissent d'une façon spécifique pour chaque tissu, en fonction de son organisation propre. C'est donc l'organisation qui leur confère une spécificité relative ; c'est elle qui modifie leur caractère fonctionnel. Dans le cas de la sensibilité organique, par exemple, chaque tissu absorbe sélectivement du courant circulatoire les substances nécessaires à sa propre nutrition, à l'exclusion des autres : les os absorbent le phosphate de calcium, les muscles la fibrine, les cartilages la gélatine, etc... Il s'agit donc d'une propriété unique avec des adaptations multiples mais spécifiques. Cette sélectivité vitale, un vrai « choix », a été critiquée à juste raison par Magendie et par Dutrochet (12), mais elle est logique dans les conceptions de Bichat. Les deux propriétés vitales, avec leurs subdivisions (13), constituent le fondement de sa conception de la double vie, organique et animale, qui remonte aux âmes végétative et animale d'Aristote.

Avec les propriétés, Bichat atteint les limites du progrès que ses conceptions permettent, mais il s'enferme dans une contradiction sans issue. Si la notion de propriété, qui sera transférée plus tard à la cellule, représente un progrès considérable à cause de son contenu matérialiste qui la rend explorable, la nature qu'il lui attribue, ainsi que les rapports avec l'organisation, sont autant d'obstacles insurmontables, à cause de leur contenu métaphysique. Il a raison de restreindre la sensibilité et la contractilité aux seuls organismes vivants, mais il commet l'erreur de les attribuer à une cause immatérielle qui reste inexplorable. Les propriétés vitales, à l'encontre des propriétés de tissu, n'appartiennent pas à l'organisation même et ne font que se manifester à travers elle, rappelant en cela l'âme d'Aristote et de Bonnet, qui ne peut se manifester qu'à travers un corps

organisé sans lui appartenir en propre. Pour que les propriétés appartiennent aux tissus, il faudrait que les molécules constitutives les possédassent aussi, ce qui n'est pas le cas étant donné qu'elles cessent d'agir avec l'arrêt de la vie qui désagrège leur arrangement et donne au tissu son caractère spécifique. Il en résulte que les propriétés vitales n'appartiennent pas à la matière (14). On est loin des conceptions de Maupertuis et de Diderot, avec leurs molécules intelligentes et sensibles, mais Bichat ne se rend pas compte, et nie même, que les propriétés peuvent être le résultat de l'organisation des tissus dont il a, par ailleurs, une notion si claire. Cependant, considérant le développement, il déclare : « Nous voyons le nombre des propriétés vitales augmenter à mesure que l'organisation se complique », de sorte qu' « en traitant de ces fonctions, faut-il toujours remonter à ces propriétés » (15). C'est un exemple de méconnaissance de l'acquisition de propriétés nouvelles par la complication de l'organisation, et des nouveaux rapports qu'elle crée, un principe dominant en biologie, et qui trouve son application la plus évidente au cours de l'ontogénie et de la phylogénie.

Le caractère vital des propriétés est attesté par leur spontanéité, leur variabilité d'un moment à l'autre ; elles s'exaltent ou s'atténuent d'une manière imprévisible, et finissent par s'user avec le temps. Enfin, ce caractère est confirmé par la durée de ces propriétés, qui ne dépasse pas celle de la vie. La notion de durée de la vie est équivoque parce qu'elle ne s'applique pas uniformément à toutes les catégories de sensibilité et de contractilité, prises comme une totalité. Haller avait montré la survivance de l'irritabilité, par rapport à la sensibilité, et Bichat la constate à son tour. De plus, il trouve que la sensibilité organique survit à la sensibilité animale. La mort physiologique est donc un phénomène progressif, qui n'atteint pas toutes les structures de l'organisme simultanément. Cette interprétation représente un progrès indiscutable sur ceux qui, comme Legallois et Flourens soutenaient, bien après Bichat, l'existence d'un centre vital unique. Malheureusement, Bichat ne concrétise pas ses vues par une justification expérimentale et obstrue sa propre voie parce que, convaincu de sa logique, il ne la soumet pas à un jugement de valeur. Surtout, il manque l'occasion qui lui est offerte d'établir une corrélation entre cette vie fractionnée et la probabilité pour les propriétés d'être le produit matériel de l'organisation.

Les expériences sur les tissus ont été conduites sans méthode et sans esprit critique. L'étude de la perméabilité du tissu cellulaire, par exemple, n'a donné aucun résultat, et ne pouvait pas en donner à cause de certaines idées préconçues : l'existence de la perméabilité serait contraire « aux lois connues de notre économie, lois qui nous montrent les fluides circulant constamment dans les vaisseaux, en vertu des forces vitales, de la sensibilité organique, et de la contraction de ces mêmes vaisseaux, et non d'extravasation » (16). Sans doute, l'extravasation n'est-elle pas acceptable, parce qu'elle évoque un phénomène physique et non vital.

Les organes composés de tissus subissent le contre-coup de ses concep-

tions vitalistes. Il affirme : « Des propriétés que je viens d'exposer découlent toutes les fonctions, tous les phénomènes que nous offre l'économie animale ; il n'est aucun que l'on ne puisse en dernière analyse y rapporter » (17). Dans l'explication des rapports entre les propriétés et les fonctions, Bichat s'enferme dans une nouvelle contradiction. Les fonctions, si nombreuses et si variées, résultent des combinaisons de deux propriétés toujours les mêmes, la sensibilité et la contractilité. Il en est ainsi pour la circulation, la respiration, la digestion, etc... Mais la multiplicité des fonctions s'accompagne d'une complication de l'organisation dont Bichat ne tient pas compte. Le fait d'ajouter des variantes aux propriétés, avec la complication de l'organisation, comme la contractilité organique sensible avec l'apparition de l'appareil digestif ou circulatoire, ou la sensibilité animale chez les animaux supérieurs, ou simplement une intensité plus grande de l'action des propriétés en remontant l'échelle des corps organiques, ne change pas le problème, parce que la nature des propriétés vitales reste la même. Il fallait que les idées vitalistes soient bien ancrées dans l'esprit de Bichat pour ne pas tirer la seule conclusion qui s'imposait, à savoir que les fonctions étaient engendrées par l'apparition progressive de structures nouvelles. Cependant, son modèle de la gravitation suggérerait cette conclusion, parce qu'il était évident que ce phénomène ne pouvait se produire qu'à condition d'avoir plusieurs corps agissant les uns sur les autres. La gravitation est inconcevable comme propriété d'un seul corps, mais Bichat n'a pas transposé cette évidence aux parties composant l'organisme.

L'instabilité des propriétés de la vie organique aboutit à des réactions imprévisibles, qui les rend inaccessibles à l'étude expérimentale répétée, et se répercute sur les fonctions des organes : « On ne peut rien prévoir, rien prédire, rien calculer » (18). Il n'y a donc pas de loi possible et, sans aller jusqu'à nier une science de la vie comme l'absence de lois l'impliquerait, il se contente d'enregistrer les effets d'une cause qui reste aussi mystérieuse que l'est l'attraction de Newton en astronomie, mais dont les lois sont d'une nature différente, et qui reste inaccessible à la connaissance. Consciemment ou non, l'analogie avec la cause de la gravitation sert de camouflage au vitalisme métaphysique. Aussi s'élève-t-il contre la mathématisation des phénomènes physiologiques, comme l'avaient fait Borelli pour les muscles, Keill pour la circulation du sang, et Lavoisier pour les gaz respiratoires. D'ailleurs, les données des sciences exactes sont en tout et pour tout inapplicables à l'organisme vivant, et les variations quotidiennes dans la composition des sécrétions le prouvent amplement pour la chimie (19). Il en résulte une situation grave de conséquences pour le physiologiste qu'il veut être, parce que la diversité des réponses au cours de la répétition de la même expérience rend impossible la construction d'une méthode expérimentale rigoureuse permettant la duplication des résultats. L'obstacle est de poids et Bichat, qui reconnaît l'existence d'un fond stable à la sensibilité, auquel elle revient « comme le pendule reprend sa place où le ramène sa pesanteur » (20), n'arrive pas à

le saisir. Les tissus sont la scène, et les propriétés vitales les acteurs, qui changent de répertoire au gré de leur fantaisie. La conclusion finale est sans recours ; la physiologie n'est pas la physique des corps organisés (21) comme l'affirmait péremptoirement l'*Encyclopédie*, à qui cependant l'avenir a donné raison. Dans ces conditions, la seule ressource qui lui reste est d'étudier la vie qui cesse, et non celle qui subsiste, et de l'explorer à travers les organes, et non à travers les tissus. Claude Bernard n'a pas manqué de relever que Bichat est illogique avec lui-même, parce qu'il n'a pas adapté sa physiologie aux besoins des tissus, et n'a pas expliqué la mort par la cessation de leurs activités, comme on était en droit de l'attendre, parce que les phénomènes qui se manifestent à leur niveau sont élémentaires, donc fondamentaux, à l'encontre des organes dont les fonctions sont complexes.

Il faut séparer chez Bichat l'anatomie et la physiologie qui, malgré ses efforts, n'ont pas marché de pair. L'anatomie générale, la future histologie, a ouvert une voie nouvelle qui a permis d'approfondir la structure intime de l'organisme. Si l'avenir devait montrer que les tissus n'étaient pas le terme ultime de la simplification de l'organisation — le globule incitait à le penser depuis longtemps — mais au contraire son premier degré de complexité par rapport à la cellule, l'histologie est restée une acquisition définitive de la biologie et prendra son grand essor avec l'avènement de la lentille achromatique un quart de siècle plus tard. Elle rendra l'histologie tributaire de la microscopie, dont Bichat s'était méfié, en partie avec raison. Les critiques de Magendie ne tenaient pas compte de la qualité peu satisfaisante des lentilles de l'époque. De ce point de vue son succès a été complet, et son originalité a été reconnue.

Il n'en est pas de même de sa physiologie, où il faut distinguer entre les contributions réelles et les échecs qui retentissent nécessairement sur l'interprétation des rapports entre les structures et leurs activités.

La distinction entre propriétés, moyen d'action de l'activité des tissus, et fonctions, moyens d'action de l'activité des organes, répond à une réalité physiologique indéniable. Bichat a reconnu que les fonctions résultaient de la combinaison des propriétés, qui sont irréductibles à des unités plus simples. Il y a, cependant, un grand écart entre les vingt et un tissus présents dans la structure complexe des mammifères, si différents les uns des autres, et les propriétés réduites à deux, toujours les mêmes, la sensibilité et la contractilité, dont les différences d'un tissu à l'autre sont de degré, et qui caractérisent la vie organique et la vie animale. La notion de double vie demande quelques éclaircissements.

La différence entre la vie organique et la vie animale n'est pas de nature, mais de degré. La force vitale est égale à elle-même et, si elle manifeste des degrés variables dans les différents tissus, cela est dû aux modifications imprimées par l'organisation propre à chacun d'eux (22). La sensibilité organique est de la même nature que la sensibilité animale, et il en est de même de la contractilité. La sensibilité organique s'arrête au tissu, qui est son point terminal, tandis que la sensibilité animale passe par le

relais du système nerveux et réclame une organisation plus complexe. La différence dans la réaction dépend de la réceptivité, simple propriété pour le tissu, fonction complexe pour l'organe qui représente la somme des propriétés des tissus qui le composent et qui détermine l'intensité de la réponse. Il y a même des manifestations physiologiques où l'on décèle la transition d'une sensibilité à une autre ; les exemples de Bichat sont cliniques, la déglutition et la torsion des tendons. Cette situation est sans contrepartie pour la contractilité où la forme organique ne se transforme pas en forme animale. Cette différence entre la sensibilité et la contractilité constitue la coupure nette, mais inexplicable, entre les deux propriétés (23). Paradoxalement, Bichat, aussi opposé qu'il soit à la mathématisation en physiologie, se sert d'une terminologie quantitative et parle de « quantité de sensibilité » (24), nécessité qu'il attribue aux limitations du langage. Quant aux exemples cités, ils relèvent de la clinique et sont sujets aux interprétations subjectives.

La grande inconnue qui reste sans réponse est la transition des propriétés simples aux fonctions complexes et multiples qu'elles déterminent. Une réponse à cette question impliquerait un changement qualitatif des propriétés vitales, qui ne pourrait s'expliquer que par l'intervention d'une autre entité métaphysique ajoutant une inconnue supplémentaire à l'inconnue que représente la nature des propriétés vitales. Cette fois-ci, ce sont les données matérielles des faits qui semblent retenir Bichat. Les deux catégories de propriétés sont ajustées aux besoins de sa conception de la double vie, dont la tradition était vieille de deux mille ans, et que sa pratique de clinicien et de chercheur lui montrait à chaque pas.

Une contribution positive à l'actif de Bichat est sa conception du vitalisme, qui représente un progrès indéniable sur ses devanciers et sur quelques-uns de ses successeurs. Qu'il s'agisse de l'animisme de Stahl et Perrault, de la force vitale de Chaussier, du principe vital de Barthez, ou du nœud vital de Flourens, cette entité est dans tous les cas unique et indivisible. Bichat a fragmenté la force vitale en autant de pièces qu'il y a de tissus, et même de fragments de tissus, d'une manière plus concrète que ne l'avait fait Bordeu pour les organes. C'était un premier pas vers la matérialisation du vitalisme, qui connaîtra son aboutissement au XIX^e siècle sous la forme du « vitalisme physico-chimique », grâce à l'organisation qui le libérera de toute entrave métaphysique. Claude Bernard a insisté sur la valeur méthodologique de cette « décentralisation », dont il a fait un instrument d'analyse physiologique qui permet l'étude fragmentée de chaque tissu, indépendamment du reste de l'organisme (25). Mais Bichat n'est pas allé jusqu'au bout, retenu par la primauté qu'il accordait à l'entité inexplorable qu'est la vie, de préférence à ses manifestations, seules accessibles à la connaissance. Malgré la « décentralisation » du vitalisme, qui la prive d'un centre d'élection, la vie reste pour Bichat une entité ontologique, non un phénomène naturel.

Une autre entorse que Bichat fait au vitalisme classique, surprenante mais qu'il ne détaille pas, est la possibilité pour les molécules inorganiques

de s'imprégner « par intervalles » des propriétés vitales par le processus de la nutrition, mais Bichat avoue ignorer le mécanisme en jeu. Il s'agit, en fait, de l'animalisation des molécules ingérées, problème clairement posé au XVIII^e siècle, mais dont la solution devra attendre les progrès d'une chimie de l'organisme, encore à ses premiers balbutiements (26).

La coupure infranchissable entre le physique et le physiologique, l'illusion des lois insaisissables qui régissent la vie, l'inaccessibilité présumée de la cause des phénomènes, ont été autant d'obstacles qu'une mort prématurée n'a pas permis à Bichat de surmonter éventuellement. La conception d'organisation a été remaniée et approfondie par la notion de tissu, mais Bichat n'a pas tiré toutes les conclusions de cette notion qui s'est offerte à lui maintes fois sans qu'il l'aperçoive, et n'a pas compris que c'était justement l'organisation qui était la cause des propriétés vitales, ce qui la ramenait à des conditions physico-chimiques accessibles à l'investigation. Il s'est arrêté à mi-chemin entre le vitalisme et le matérialisme, mais le XIX^e siècle franchira le reste du parcours qui mènera au triomphe du matérialisme.

CHAPITRE VIII

LA NOTION D'ORGANISATION CHEZ LAMARCK

Lamarck est le naturaliste qui a donné à la notion d'organisation le plus d'étendue et de profondeur. Elle cesse d'être une simple notion anatomo-physiologique, comme chez ses devanciers et chez ses contemporains, pour devenir un instrument heuristique qu'il emploie dans l'investigation d'un ensemble de phénomènes apparemment disparates, mais qui s'enchaînent dans une suite logique : l'identification des classes animales, leur classification, et leur origine qui se confond avec l'apparition de la vie sur terre. La complication progressive de l'organisation animale, des formes les plus simples aux plus composées, matérialise l'idée de marche de la nature en lui imprimant un caractère dynamique par l'introduction, pour la première fois dans l'histoire des sciences naturelles, d'une filiation génétique des classes qui devient la marque du transformisme ou évolutionnisme au sens actuel du mot (1). Toutes les données du lamarckisme : influence des agents externes, création de nouveaux besoins, apparition d'organismes nouveaux à partir de ceux existants, progression neuro-psychologique, se manifestent à travers l'organisation qui constitue l'échafaudage de sa biologie. De plus, elle donne à cette biologie un contenu essentiellement matérialiste : l'organisation montre que la nature possède les moyens de produire elle-même tous les corps organiques avec les matériaux dont elle dispose, utilisant des procédés physico-chimiques jusque dans la création de la vie, à l'exclusion de l'intervention de toute cause immatérielle. La signification de l'organisation dans la biologie de Lamarck, mais non le fait lui-même, a passé inaperçue des historiens, peut-être à cause de son caractère d'évidence, sûrement à cause de l'éclipse que lui a fait subir la psychose du darwinisme. Si l'on procédait à une enquête statistique sur la fréquence de l'emploi du mot organisation chez les naturalistes, il est plus que probable que Lamarck occuperait la première place. Le mot apparaît tôt dans ses publications botaniques et, à partir de 1797, il est inclus dans sa définition de la vie (2) pour aboutir à son expression la plus intégrée : « la vie constitue un phénomène physique lié à l'organisation » (3), de même que « L'organisation est aussi un phénomène physique » (4). Le titre de son ouvrage *Recherches sur l'organisation des corps vivans* (1802) est instructif à cet égard, et la *Philosophie zoologique* (1809) comme l'*Histoire des animaux sans vertèbres* (1815-1822) le continuent en l'amplifiant. Précédé par Maupertuis et par Charles Bonnet, c'est cependant depuis Lamarck que les mots organisation et corps organisés serviront de titre à des ouvrages importants (Delamétherie, Cuvier, Geoffroy Saint-

Hilaire, Blainville). On a attribué à Lamarck la paternité de la notion d'organisation, comme on lui a attribué celle de l'idée d'une masse gélatineuse primitive susceptible d'animation. Ces notions étaient anciennes et faisaient partie de l'héritage scientifique de son temps.

On aurait pu penser que les études historiques récentes libéreraient Lamarck de l'emprise darwinienne, et qu'il serait évalué « tel qu'en lui-même ». Malgré des intentions louables, les résultats ne sont pas plus satisfaisants parce que les historiens de la nouvelle tendance sont à la recherche du *primum movens*, de l'idée initiale qui a conduit Lamarck à la notion d'évolution. C'est une transposition inattendue de la recherche de la « cause première », qui a joué un rôle si stérile dans l'histoire des sciences ; aussi ne trouve-t-on pas deux auteurs qui soient d'accord. On attribue l'idée initiale, suivant les cas, à ses études de paléontologie, de géologie, de l'espèce et de son extinction, à la génération spontanée, ou au rythme d'action des fluides, sans oublier le newtonisme et le cartésianisme. Le problème est mal posé, et témoigne davantage des prouesses intellectuelles des différents auteurs que de la réalité lamarckienne. Rechercher l'idée initiale qui a conduit Lamarck à l'idée d'évolution est un autre aspect de l'obsession darwinienne, parce que faire de l'évolution le point de départ de la philosophie zoologique de Lamarck est une hypothèse qu'aucun fait concret n'étaie. Il est plus prudent de s'en tenir aux « causes immédiates », qui montrent que l'idée d'évolution appliquée au monde animal n'a pas été un point de départ mais une conséquence de ses études sur la classification des animaux sans vertèbres, s'intégrant dans la conception plus vaste de sa *Biologie* qui englobe toutes les manifestations de la vie, évolution comprise. Aussi philosophique que fût son esprit, Lamarck n'est pas parti d'idées préconçues mais de faits concrets qui demandaient une solution immédiate, concrète elle aussi, et non abstraite. Du moins, si cette idée princeps a existé dans son esprit, il n'en reste aucune trace. Par contre, on a pleine connaissance des circonstances historiques comme des instruments qu'il a utilisés dans sa démarche, et qui s'éclairent à la lumière de la zoologie. L'historiographie lamarckienne est essentiellement zoologique après avoir été botanique.

En 1793, le botaniste Lamarck est nommé à la chaire des « Vers », « Insectes » et « Animaux microscopiques », nouvellement créée au Muséum d'Histoire naturelle réorganisé par la Convention. Sa mission est la classification, la distribution, autre appellation de l'époque, de ces animaux dont le Muséum possédait des collections importantes. Le nouveau monde qu'il contemplait lui était inconnu et le seul moyen dont il disposait pour mettre de l'ordre était, de son propre aveu, l'organisation, qui lui fournissait les « principes » et les « préceptes » pour le guider dans l'étude de la zoologie. Cette étude doit être faite dans chaque famille, dans chaque ordre, et « surtout dans chaque classe » (5). Cette insistance sur les classes, division située à l'autre extrémité de l'échelle taxinomique par rapport à l'espèce, permet de saisir la différence avec Darwin quant à leur objet d'étude. D'ailleurs, Darwin n'a pas fait preuve de clairvoyance lorsque

en parlant de Lamarck il lui attribue une conception de l'évolution fondée sur les modifications des espèces, tandis que les classes passent inaperçues (6). Les problèmes soulevés par ces deux unités de classification ne sont pas les mêmes, et les solutions qu'ils réclament sont différentes.

Lamarck, qui commence par reconnaître l'intérêt que présente l'espèce vivante et paléontologique, finit par nier son existence tôt dans sa carrière de zoologiste, et explique les causes qui l'ont conduit à abandonner ce qu'il considère être une erreur (7). Elle est tout au plus une nécessité taxinomique sans réalité dans la nature, comme tout ce qui se rapporte à la classification, qui est l'art de l'homme, tandis que le naturaliste recherche l'ordre de la nature. Les variations dans la morphologie externe qui distinguent une espèce de l'autre, si importantes chez Darwin, ne s'accompagnent pas de variations concomitantes du plan d'organisation interne, qui reste le même. Quels qu'ils soient, les changements qu'une espèce est susceptible de subir, ne dépassent pas les limites imposées par la classe à laquelle elle appartient. A l'intérieur de ce cadre, les intermédiaires sont possibles, on les « suit de nuance en nuance », il n'y a « point de discontinuité », qu'il s'agisse d'animaux, de plantes ou de coquillages (8). Le problème de Lamarck, et par conséquent celui de son transformisme, n'est pas la détection des modifications des espèces portant sur des variations minimales de la morphologie externe, mais celui du passage d'une classe à l'autre, d'un plan d'organisation interne à un autre. Entre deux plans, il y a discontinuité, des *hiatus* sur lesquels Lamarck insiste à satiété, mais que les historiens refusent de voir, éblouis qu'ils sont par les belles formules de Leibniz (*natura non facit saltus*), et en étendant au xix^e siècle les interprétations de Lovejoy, ce que cet auteur s'est bien gardé de faire lui-même (9). C'est pour ne pas avoir saisi cette différence que des historiens persistent à classer Lamarck parmi les fidèles de l'échelle des êtres, qu'il a combattue avec véhémence, et qu'ils confondent échelle et série (10). La série est formée de classes, et « toute classe doit comprendre des animaux distingués par un système particulier d'organisation » (11). Tel n'est pas le cas pour les espèces, qui sont nuancées à l'intérieur des groupes plus larges qui tracent leurs limites.

A l'époque où Lamarck aborde la classification des Invertébrés (1793), la notion d'organisation lui était familière pour l'avoir utilisée dans la première édition de la *Flore française* (1778) où, à propos du mouvement chez les plantes par rapport aux animaux, il fait état de « l'organisation propre de l'individu » (12). L'exemple suivant est des plus instructifs pour montrer la relation indissociable qui existe entre la vie et l'organisation. Se référant à la reviviscence des Rotifères, étudiée par Spallanzani, il insiste sur le fait que la vie suspendue peut reprendre, à condition que l'organisation conserve son intégrité. Son altération, ou celle des fluides contenus, est seule cause de mort, opinion déjà soutenue par Baker (1753, 1764) et qui sera reprise par Dutrochet qui répétera les expériences de Spallanzani (1812). En 1794, un an après la création de sa chaire, Lamarck fait une première séparation entre animaux sans vertèbres et animaux

avec vertèbres. C'est une révolution dans la classification, qui montre la profonde intuition d'un botaniste devenu soudainement zoologiste. Les Vertébrés étant calqués sur le même plan d'organisation, aucun désaccord n'est possible à leur sujet. Il n'en est pas de même des Invertébrés, que Linné avait divisés en insectes (articulés) et vers (les autres), auxquels s'ajoutaient les animaux microscopiques baptisés par lui *Chaos*, et que Ledermüller avait nommés Infusoires (1763). Lamarck, qui ne disséquait pas, a eu tôt la clairvoyance nécessaire pour démembrer les vers en quatre classes, en plus des Insectes (13). L'année 1795 est marquée par l'arrivée de Cuvier à Paris, et désormais le plan d'organisation interne révélé par la dissection systématique, la grande entreprise des anatomistes-zoologistes du Muséum, sert de critère à l'identification des classes (14). Jusqu'en 1807, il établit les dix classes d'animaux sans vertèbres (15) qui s'ajoutent aux quatre classes de Vertébrés que Blainville portera à cinq en 1816, en séparant les Amphibiens des Reptiles qu'Alexandre Brongniard avait groupés en ordre en 1805. Lamarck oppose le plan d'organisation unique des Vertébrés à la pluralité des plans d'organisation des animaux sans vertèbres.

Il y a deux manières de suivre la série d'organisations, et Lamarck parcourt les deux : la dégradation ou la marche descendante, qui va du plus connu au moins connu, du Mammifère à l'Infusoire, et la marche inverse, la gradation qui remonte le courant à partir de la petite masse gélatineuse jusqu'à l'Homme. Des deux visages de ce Janus de l'organisation, l'un regarde vers le bas, l'autre regarde vers le haut, mais les perspectives sont différentes : vers le bas se dessine la classification en quatorze classes d'animaux, vers le haut se dessinent les six plans d'organisation qui révèlent l'évolution par rapports génétiques. Il n'y a pas d'évolution chez Lamarck hors de cette perspective qui embrasse toute la zoologie.

La dégradation suit la marche classique des classifications qui vont de l'Homme, l'organisme le mieux connu, à l'Infusoire. Le connu, exprimé en termes anatomiques, est la colonne vertébrale (16) avec le squelette qui s'y attache, sur lequel sont disposés les organes. Les différences d'une classe à l'autre, comme le remplacement du poumon par la branchie chez le Poisson, l'atrophie du diaphragme chez les Oiseaux et sa disparition chez les autres Vertébrés, ou la réduction du cœur à un ventricule chez les Reptiles, ne l'altèrent pas fondamentalement. La dégradation présente un caractère essentiel sur lequel Lamarck insiste ; elle n'est « pas nuancée, ni ne puisse l'être » (17), elle est discontinue. La gradation renforce l'idée de discontinuité et lui donne un sens évolutif. C'est en même temps le rejet de l'échelle des êtres et des zoophytes, ou animaux-plantes, rejet qui fait l'unanimité des anatomistes-zoologistes du Muséum. La discontinuité se manifeste par une simplification de « classe en classe », qui traduit « l'anéantissement », la disparition successive de systèmes d'organes avec les conséquences fonctionnelles qui en découlent. A partir des Vertébrés les hiatus, terme de Lamarck, deviennent profonds, et la disparition de la colonne vertébrale avec, comme conséquence, la disparition de la moelle

épineière, constitue une ligne infranchissable pour les deux groupes d'animaux. D'autres « anéantissements » ne sont pas moins frappants : la disparition du système circulatoire et de l'organe de l'ouïe après les Crustacés ; des branchies chez les Arachnides et leur remplacement par des trachées, et les Insectes se détachent des autres Invertébrés par l'influence que la vie aérienne exerce sur leur organisation. Après les Insectes, « un vide assez considérable apparaît dans la série » (18), avec la disparition du système nerveux entraînant la perte de la sensibilité, ainsi que la disparition des organes sexuels, ce qui ramène la reproduction à un bourgeonnement ; la disparition de l'organe de la vue, de la tête et de toute ébauche de circulation chez les vers et les radiaires, où le canal digestif sert d'organe de propulsion des liquides ; les Polypes présentent une simplicité d'organisation très poussée, étant formés de tissu cellulaire avec un seul organe, le canal alimentaire (19). A ce propos, Lamarck prend une position opposée à celle de Virey et de Cuvier en niant l'existence de molécules nerveuses fondues dans la masse du tissu cellulaire, supposition nécessaire à ces naturalistes qui ne conçoivent pas l'animalité sans sensibilité, ni la sensibilité sans substrat anatomique. Si la sensibilité était présente dans chaque molécule, tous les organes en seraient doués, la molécule serait l'animal parfait et il n'y aurait pas lieu de la refuser aux plantes qui, d'après Lamarck, sont dépourvues même d'irritabilité, propriété plus élémentaire que la sensibilité. Les auteurs qui affirment que Lamarck a été influencé par Diderot (20) trouvent ici la réponse. Ils n'ont pas pris en considération l'incompatibilité absolue entre l'universalité de la sensibilité postulée par Diderot, et sa limitation aux animaux pourvus d'un système nerveux, affirmée par Lamarck. L'exemple est le Polype dépourvu de nerfs, dont l'animalité se traduit par l'irritabilité et les mouvements spontanés. Les Infusoires, confondus dans sa première classification avec les Polypes, sont dépourvus même d'un canal alimentaire et, conformément à la règle absolue de Lamarck selon laquelle il n'y a pas de fonction sans organe (l'irritabilité seule fait exception), sont incapables d'accomplir l'acte de la digestion, qui est remplacé chez eux par l'absorption. Il insiste sur la contractilité de ces animaux, que Dujardin montrera être une propriété du *sarcode* (protoplasme 1835). Ce sont des ébauches de la nature animale, certains sont « au terme de l'animalité » que la nature « paraît » former par génération spontanée. Leur importance du point de vue évolutif est capitale : « c'est à partir d'eux que la nature a formé toutes les autres races d'animaux qui existent » (21). C'est le point de départ pour la marche inverse, ascensionnelle, de la série animale, en suivant la complication progressive de l'organisation.

La marche par dégradation aboutit à un ensemble de résultats à portée théorique et pratique. La classification zoologique est profondément modifiée. A la division de Linné en Vers, Insectes et Animaux microscopiques, se substitue une division en dix classes d'animaux sans vertèbres, délimitées suivant des critères scientifiques, qui s'ajoutent aux quatre classes de Vertébrés connues. Mais la classification répond aussi à une

nécessité didactique, il faut être en mesure d'identifier un objet en fonction d'un langage commun, et Lamarck opte pour le maintien de la classification linéenne (limitée bien entendu à l'espèce et au genre), comme Cuvier d'ailleurs, à cause de son côté pratique, tout en la combattant dans ses principes.

Un autre fait qui se dégage de l'étude de la dégradation est la simplification de l'organisation, la marche du particulier au général par dépouillement successif des organes, qui met à nu les conditions de base d'existence de la vie. Tout dans l'organisme n'est pas nécessaire à l'existence, les organes ne sont pas essentiels à la vie qui s'éveille, ils sont une complication requise par la nature lors de la création de certains types d'organisation, mais non pour la vie même dont les conditions d'existence se manifestent dans les formes les plus dénudées.

La classification n'est pas une fin en soi, surtout à une époque où les épigones de Linné se perdent dans les « petits faits », dans les détails d'une morphologie qui rétrécit la vue et l'esprit (22) et s'acharnent à découvrir des espèces sans existence dans la réalité des faits. La classification et son pendant, la nomenclature, ne sont pas le fait de la nature mais de l'art de l'homme, et on a eu le tort de s'occuper de l'art plus « que des objets mêmes dont ils sont le sujet » (23). C'est en approfondissant ces idées, qui différencient entre l'art qu'il dépasse et la nature vivante, qu'il embrasse dans sa totalité, que Lamarck arrive à la notion de Biologie.

Le caractère aléatoire de la classification avait été reconnu par les naturalistes expérimentateurs au XVIII^e siècle : Réaumur, Bonnet, Trembley et Spallanzani (24), en plein triomphe de Linné. On peut ajouter le nom de Buffon dont l'influence possible sur Lamarck reste à déterminer (25). Leur raison était la non-concordance entre la classification et la manifestation des mêmes phénomènes physiologiques, la régénération par exemple, chez des animaux non apparentés, contrastant avec leur absence chez des espèces voisines (26). Aucun de ces naturalistes n'avait fait de la classification l'objet de ses études, et il est d'autant plus remarquable que Lamarck, taxinomiste original, a su voir au-delà d'elle et n'en faire qu'un chapitre de sa vaste biologie, ce qu'elle est encore de nos jours. Pour le naturaliste, la tâche « ne doit pas se borner de notre part à la possession d'une liste de classes, de genres et d'espèces, mais que cette distribution doit en même temps offrir, par sa disposition, le moyen le plus favorable à l'étude de la nature et à celui qui est le plus propre à nous faire connaître sa marche, ses moyens et ses lois » (27). Il est intéressant de relever que Maupertuis était contre les classifications pour des raisons identiques : il faut « connaître, non la figure particulière de tel ou tel animal, mais les procédés généraux de la nature dans ses productions et ses conséquences » (28) ; les mêmes objectifs que ceux de Lamarck, mais qu'il ne fait qu'énoncer.

Les avantages de la délimitation des classes et de leurs subdivisions ne compensent pas les désavantages de la dégradation. Il se dégage de cette étude l'idée d'une série naturelle des groupes animaux, mais irrégulière,

entrecoupée de « déviations » (29) difficiles à expliquer. Les changements dans les unités inférieures comme l'espèce, portent tantôt sur un organe tantôt sur un autre, soumis aux influences externes qui demandent moins de temps à se produire que dans les classes. Dans celles-ci, les modifications portent, non sur un organe, mais sur des systèmes d'organes présentant une régularité que la gradation rendra plus évidente encore. Les classes forment une série, tandis que les espèces présentent une disposition rameuse à l'intérieur des classes. Ces changements impliquent l'existence de causes modificatrices, mais ils ne rendent pas compte de la marche de la nature, problème qui est au centre de gravité de la pensée lamarckienne, parce qu'on ne peut pas l'aborder à partir de l'absence d'organes, mais à partir de leur présence. Négation n'est pas démonstration ; il faut donc chercher une autre voie. Tout en suivant la dégradation, Lamarck a conscience qu'il s'agit d'un travail préparatoire, et que la vraie connaissance de la nature exige la marche inverse, du simple au composé, la gradation, qui affectera en fin de compte la classification si bien mise en évidence par la dégradation. Autrement, « en procédant selon l'usage, du plus composé vers le plus simple, nous rendons la connaissance du progrès dans la composition de l'organisation plus difficile à saisir, et nous nous mettons dans le cas d'apercevoir moins facilement, soit les causes de ces progrès, soit celles qui les interrompent çà et là » (30). Dans une perspective comme dans l'autre, la série reste présente. L'idée de série progressive en fonction de la complexité de l'organisation, ou dégressive en fonction de sa simplification, a existé chez Lamarck botaniste, donc avant la germination de l'idée d'évolution. Daudin remarque avec raison que « l'ordre de gradation » est l'objet constant de ses travaux, avant toute considération d'évolution (30a). Il est évident que la marche de la nature (évolution) n'est pas intelligible sans la notion de série, elle-même née des études en botanique et en zoologie. Si la dégradation pouvait satisfaire le naturaliste préoccupé par les problèmes de classification, il n'en était pas de même du philosophe de la nature, essentiellement matérialiste, que la dégradation confrontait avec les problèmes de l'origine de la vie et de l'apparition de types d'organisation de plus en plus complexes. La réponse est apportée par la gradation, le moyen heuristique qui satisfait à la fois la logique du philosophe et les données de la science. L'originalité ne consiste pas dans l'instrument même — c'est toujours l'organisation — mais dans la manière de l'employer. La logique veut que, devant la multiplicité des formes animales, on pense que toutes n'ont pas été créées en même temps, mais successivement en partant des formes les plus simples soumises aux forces modificatrices au cours du « temps sans limites », qui « n'a pas d'existence en soi », comme le disait déjà le matérialiste Lucrèce à propos de « l'écoulement » des choses (31). Fidèle à sa conception physique des phénomènes vitaux, Lamarck l'explique par l'action du milieu, les circonstances qui créent de nouveaux besoins entraînant des habitudes nouvelles qui retentissent à leur tour sur l'organisation et les fonctions qu'elle détermine. Les causes agissantes sont bien connues : la chaleur, la lumière,

l'humidité et l'électricité, mais Lamarck attire l'attention sur les changements que les milieux subissent eux-mêmes, augmentant ainsi les possibilités de diversification et rendant plus difficile encore l'emploi de la dégradation. De là découlent aussi les fameuses lois de l'usage et du non-usage des organes, et de l'hérédité des caractères acquis, qu'on a présentées maladroitement comme l'essence même du lamarckisme, toujours dans la perspective darwinienne.

Au terme de la descente par dégradation, Lamarck trouve le terme de l'animalité, les « ébauches », comme la Monade (32), l'Infusoire ou le plus simple, qui présente les caractères les plus élémentaires de l'animalité, la contractilité et les mouvements spontanés, manifestations de l'irritabilité et point de départ de la diversification des plans d'organisation par gradation progressive.

La logique de la pensée de Lamarck rejoint les connaissances de son temps. L'idée d'aller du simple au composé est ancienne, elle remonte à Aristote et on la retrouve chez Buffon et Wolff qui n'ont fait que l'énoncer, mais c'est Lamarck qui en a fait l'application au monde animal. En fait, il avait reconnu ses possibilités comme moyen d'exploration des affinités naturelles en botanique, sans toutefois l'appliquer dans cette discipline où la dégradation offrait une voie plus sûre pour la classification des plantes (33). Lamarck reconnaît sa dette envers les botanistes qui l'ont précédé dans cette voie. Ils ont retrouvé l'ordre de la nature « parce qu'ils commencent avec les plantes les plus simples en organisation, les plus imparfaites à tous les égards, en un mot celles qui n'ont pas de cotylédons » (34). Sans donner de nom, Lamarck se réfère à Antoine Laurent de Jussieu qui, reprenant la classification du Catalogue du Jardin du Trianon, de Bernard de Jussieu (1753), établit les classes en botanique en 1773 et 1774. Il développe les idées de série et d'affinités naturelles, et l'ensemble trouve sa consécration dans le *Genera Plantarum* (35). Lamarck s'est inspiré de ces idées pour établir ses propres classes (*Flore française*, 1778) chez les plantes. La botanique, avec les trois classes d'A.-L. de Jussieu, ne lui offre pas la riche gamme de variations que lui vaudra la zoologie où il pourra appliquer la gradation. Comme pour d'autres aspects de l'œuvre de Lamarck, Daudin a été le seul auteur à attirer l'attention sur l'influence de Jussieu, autrement plus évidente que celle de Buffon, souvent évoquée et jamais prouvée. Il est remarquable que cet ouvrage a eu une influence déterminante sur Cuvier, dans le choix du caractère dominant et de la subordination des caractères. Cette influence mérite d'être relevée parce que dans l'histoire des sciences c'était la botanique qui, le plus souvent, empruntait à la zoologie modèle et vocabulaire. Les acotylédons présentent un autre intérêt : ils sont formés essentiellement de tissu cellulaire, structure qui a joué un rôle fondamental dans l'histoire de la biologie, chez Lamarck en particulier (36).

À l'influence qu'André-Laurent de Jussieu a pu exercer sur le choix des classes, comme but principal de la classification, s'ajoute celle de Jean Her-

mann qui a insisté sur l'importance des grands groupes ou « masses » disposées en série, qui s'affirmera au fur et à mesure d'une meilleure connaissance de l'organisation, au détriment des espèces (1783) (36a). La part de cet auteur, qui a vraisemblablement influencé Cuvier dans son rejet de l'échelle des êtres, reste à déterminer.

La conception matérialiste de la vie oblige Lamarck à chercher dans la matière même la cause de ses activités, attitude conforme à la tradition cartésienne. La matière susceptible d'animation n'est pas une substance quelconque, mais organique. C'est une substance gélatineuse comme il s'en forme à la surface des eaux stagnantes, que les fluides subtils et autres pénètrent, creusant des canaux et laissant des dépôts, douée d'un état de tonicité que Lamarck appelle, suivant la terminologie du jour, orgasme chez les plantes, et qui devient par intensification l'irritabilité chez les animaux, seule propriété de la matière vivante ne nécessitant pas un organe spécialisé (37). Cette substance ne possède à l'origine aucune propriété qu'on pourrait appeler vitale, et ce qui lui confère la qualité de vivant c'est son potentiel d'organisation. Dans ses principes fondamentaux (4^e-6^e), Lamarck nie l'existence d'une substance qui ait « en propre » la faculté de sentir, de former des idées et d'établir des rapports entre les idées (38). Le système nerveux a été le véhicule qui a permis l'intrusion de l'animisme et du vitalisme dans l'organisme, et qu'il prend soin d'éliminer. On voit aussi combien sa conception de la matière génératrice est éloignée des particules à propriétés psychiques de Maupertuis, et surtout de la sensibilité universelle de Diderot. Le processus d'organisation se fait conformément aux lois physico-chimiques, qu'en termes de physiologie future on peut représenter comme une transition de l'organique à l'organisé.

Un rappel historique est nécessaire. On a attribué à Lamarck la paternité de l'idée que seule la substance appelée gélatineuse par les zoologistes, et mucilagineuse par les botanistes, était susceptible de former les organes. Cela est inexact. Le premier à avoir reconnu cette substance à caractères particuliers a été Césalpin en 1583, chez les plantes, et il s'agit sans doute de la même substance que Lamarck et Mirbel ont retrouvée au niveau du collet, le nœud vital des plantes (39). Au xvii^e et xviii^e siècles, cette notion était le patrimoine commun de tous les naturalistes : Boyle, Malpighi, Grew, Buffon, Needham, Duhamel du Monceau, Wolff, Ingen-Housz, pour ne citer que les noms les plus connus. Les animalcules spermatiques de Buffon étaient engendrés par elle, de même que la génération spontanée à partir de la substance verte de Priestley. Il en était de même des parties régénérées des Mollusques et des Amphibiens, étudiées par Spallanzani, et de la genèse de l'os étudiée par Haller (40). Beccari l'identifie chimiquement au gluten en 1745. Il s'agit en quelque sorte de la matérialisation de l'ancienne idée d'une substance universelle à propriétés uniques, et le blastème de Schwann, générateur de la cellule, s'y rattache.

Les rapports naturels, pierre de touche de Lamarck dans l'établissement de la classification, montrent que la mise en série unique des plantes et des

animaux est illusoire, et il accepte deux lignées de corps naturels génétiquement différents, l'irritabilité établissant un hiatus infranchissable entre les deux Règnes, ce qui élimine les Zoophytes, ou plantes-animaux, généralement acceptés jusqu'à lui et Cuvier. A cela, Lamarck ajoute un argument physiologique : la différence entre plantes et animaux est vraisemblablement due à leur composition chimique spécifique. Oubliant sa propre théorie pyrotique, il en appelle discrètement à la chimie des éléments de Lavoisier, qu'il avait combattue : la substance gélatineuse de la série animale est riche en azote, substrat de l'irritabilité ; celle de la série végétale est riche en carbone (41), critère différentiel qui jouera tout au long du XIX^e siècle et trouvera des applications aux deux types de cellules, animale et végétale.

Lamarck, comme Cuvier d'ailleurs, tient donc compte des travaux de chimistes contemporains, Berthollet et Fourcroy (42) ; cependant, la primauté reste à l'organisation qui unifie plantes et animaux, condition primordiale à l'élaboration du concept de biologie.

La propriété essentielle de la substance primordiale est la capacité de s'organiser : « Toute l'opération de la nature consiste à organiser en *tissu cellulaire* les petites masses de matière gélatineuse ou mucilagineuse qui se trouvent dans des circonstances favorables » (43). La première délinéation de l'organisation comporte la réunion de trois éléments : la substance gélatineuse (mucilagineuse) qui est le contenant ; un liquide en mouvement qui est le contenu ; une cause excitatrice d'énergie, actionnée par des fluides tels que le calorique et l'électricité. De cette unité, représentée par les Infusoires nus, résulte le tissu cellulaire et certains animaux ; Infusoires et Polypes s'arrêtent à ce stade de développement. Le tissu cellulaire est la trame fondamentale, nourricière et génératrice, qui donne naissance aux organes. Dès les stades initiaux de la vie, on trouve réunis les éléments qui sont les fondations de la biologie de Lamarck : l'organisation, création de la nature, qui rend possible les échanges entre les solides et les fluides en réponse à la force excitatrice externe, seul état de la matière compatible avec la notion de vie. Ces propriétés sont communes aux plantes et aux animaux, ce qui permet leur réunion en un seul règne des corps organisés, seule possibilité de concevoir la notion de biologie.

La marche de la nature est essentiellement organisatrice, la gradation le constate chaque fois que la dissection passe d'un groupe animal à l'autre. Elle va du général au particulier, la tendance est à la spécialisation manifestée par l'apparition d'organes dont chacun est le foyer d'une fonction définie. La génétique lamarckienne est essentiellement organogénique ; les organes forment la trame de sa construction, qui s'avère être évolutive et lui fournit l'instrument heuristique qui fait son originalité. A l'encontre de la dégradation qui montre la disparition des organes, constatation négative, la gradation montre leur apparition suivant un principe qui a force de loi, même si Lamarck ne l'appelle pas de ce nom : un organe, une fois présent dans une classe d'animaux, persiste dans les classes à organisation supérieure où il peut se perfectionner mais ne disparaît pas. Depuis

l'ébauche du système circulatoire chez les Arachnides jusqu'au cœur à quatre cavités et à circuit fermé des Mammifères, et depuis le système nerveux en chaînes des Insectes jusqu'à la perfection atteinte chez les Bimanes, aucun groupe situé entre ces deux extrêmes n'en est privé. Les fonctions (facultés) progressent parallèlement aux structures, la corrélation entre les deux est une règle absolue chez un Lamarck entièrement acquis à l'*Anatomia animata* de Haller (44). La constance des mêmes organes, engendrés par la même substance originelle, assure la continuité génétique à travers la série animale. Il est à remarquer que Lamarck se sert de la phylogenèse sans en appeler au développement embryonnaire, ni à l'élaboration de sa conception.

Reste le problème du mécanisme de la continuité génétique d'une classe à une autre, si différent de celui des espèces encadrées dans une même classe à travers les subdivisions qui vont de l'ordre au genre. Lamarck ne décide pas, car toute explication serait hypothétique, mais donne des indications sur la manière dont la nature « prépare ses moyens » pour aboutir aux formes nouvelles à organisation plus avancée. Par exemple, chez les Annélides, la nature « abandonne » les pattes articulées « en vue » de la production d'un squelette interne qui apparaîtra finalement chez les Poissons. De même, le système nerveux des Mollusques est sans rapport avec celui des classes qui le précèdent, n'ayant plus de moelle neuve longitudinale (chaîne ganglionnaire), sans toutefois avoir acquis une moelle épinière. Mais les nerfs aboutissent au cerveau et non plus aux ganglions, annonçant la disposition anatomique des Poissons et des Vertébrés en général.

La vue d'ensemble du monde animal de Lamarck est représentée dans le *Tableau de la distribution et classification des animaux, suivant l'ordre le plus conforme à celui de la nature* (45). Il résulte du jeu des rapports entre la dégradation et la gradation dans la série animale. La perspective n'est pas la même à l'aller et au retour. C'est la gradation qui suit la marche de la nature, et la classification, produit de la dégradation, lui est assujettie. Désormais, elle part de l'Infusoire et non plus de l'Homme, plan qui garde la préférence de Cuvier (46). La gradation révèle l'existence de six plans d'organisation, dont quatre pour les animaux sans vertèbres, qui englobent les quatorze classes (47) sans coïncider. Ces plans, réduits en nombre, offrent une certitude qui manque aux classifications fondées sur la morphologie externe où les erreurs abondent. Par contre, les plans d'organisation permettent de retrouver les affinités et les rapports naturels qui unissent les êtres, préoccupations constantes des naturalistes. C'est au cours de cette marche ascendante que s'affirme l'évolution, et toute velléité d'expliquer l'idée initiale, le *primum movens* de l'évolutionnisme de Lamarck, autrement que par l'organisation, peut tout supposer mais rien prouver ; celle-ci est la seule preuve tangible de sa démonstration. Sans la classification des Invertébrés, aidée d'idées rencontrées au cours de ses études de botanique (classes, série, ordre naturel, application de la notion d'organisation), toute idée d'évolution qui aurait pu germer dans son

esprit serait restée une abstraction. La philosophie de la nature reste inséparable de la zoologie ; l'une fournit les instruments, l'autre construit l'édifice. L'édifice n'est pas l'évolution, à l'encontre de ce que pensent les esprits éblouis par le darwinisme, mais la biologie, conception autrement plus vaste, qui englobe l'évolution comme la classification, avec toutes les manifestations, présentes et passées de ce qui constitue la vie.

Les historiens ignorent complètement la « Biologie » de Lamarck, autre sujet sacrifié sur l'autel de l'hypnose évolutionniste. On a enregistré tout au plus son certificat de baptême, 1802, et on reste sous l'impression qu'il exprime une intention jamais traduite en acte. Lamarck est responsable en partie de cette situation, ayant déclaré ne pas avoir donné suite à cet « ouvrage qui de ma part reste sans exécution » (48). Mais il affirme dès 1802 avoir utilisé des matériaux de sa « future Biologie » (49), avoué qu'il reprend en 1809. Il est possible aujourd'hui de dépister ces matériaux, grâce à la publication par Grassé du manuscrit inédit *La Biologie* (50), qui reste un guide précieux. Toute la Biologie qu'il comptait écrire n'y est certainement pas, par exemple la comparaison poussée entre animaux et plantes (Livre second), mais les données essentielles ne peuvent pas échapper au lecteur.

La première donnée est la séparation absolue entre les « *Corps bruts* », sans organisation, et les « *Corps vivans* » qui ensemble établissent le règne unique des « *Corps organisés* ». Cette unification des deux règnes organiques en un seul est le fondement de la notion d'une science de la vie, qui doit nécessairement englober tous les caractères propres aux corps vivants dans le temps et dans l'espace (51).

Les corps organisés, notion qui se confond avec celle des corps vivants, ont des caractères particuliers. Ils sont les produits de la nature, et le but que se propose Lamarck — montrer « l'origine des corps vivans » que la nature produit par ses propres moyens — est accessible à l'observation et intelligible à l'esprit. La nature matérialiste de cette conception se retrouve dans la notion que leur forme est « circonscrite et déterminable », notion qui justifie sa triple classification. Une notion fondamentale, qui découle de l'organisation, est le fait que les corps vivants sont constitués de deux sortes de parties, solides ou « Concrètes » à base de tissu cellulaire modifiable, purement organique, et de fluides en mouvement, visibles et invisibles, organiques et inorganiques, en état d'échanges continus avec les solides, condition d'un caractère absolu, nécessaire « aux fonctions organiques de tout Corps vivant » (52). De là résultent la nutrition, première des fonctions, le développement et la croissance, seconde fonction. Si l'on ajoute la mort, aboutissement inévitable de la vie (53), on retrouve les éléments constitutants de l'âme végétative d'Aristote qui, sous des aspects variés, a été une constante de l'histoire des sciences de la vie. Mais les voies de Lamarck sont différentes, et d'une originalité extrême. L'unification des deux règnes était aussi un retour à Aristote (*De Anima*), qui avait classé les corps naturels en deux catégories, avec et sans vie, mais sans s'appuyer sur la notion d'organisation.

La séparation en trois règnes était le fait des alchimistes de la Renaissance et de leurs émules (54). Les solutions apportées à ces problèmes de philosophie scientifique sont souvent hypothétiques, à propos de l'origine de la vie par exemple ; par contre, les notions d'organisation et d'échanges entre solides et fluides, correspondent à des faits indiscutables qui, par leur matérialité et par leur universalité, assurent à la biologie des assises inébranlables.

Le cheminement de ces notions, si difficiles à saisir à cause de leur nouveauté qui ébranle la pensée traditionnelle, est prouvé par le fait que Lamarck a été seul à le suivre pendant tout le ^{xix}^e siècle. Ni Treviranus, auteur d'une imposante *Biologie* (1802-1822), ni Auguste Comte, trop inféodé aux doctrines statiques de Cuvier, ni les naturalistes et physiologistes qui la confondaient avec la physiologie, n'en ont reconnu l'originalité. La biologie de Lamarck est émergente, non immanente, et l'émergence se dévoile à travers la marche progressive de l'idée d'organisation.

Que devient le modèle cartésien dans le vaste panorama de la biologie de Lamarck ? Il ne perd rien de son prestige, bien au contraire. Apparemment, sans raison autre que la tradition matérialiste, Lamarck ne le néglige pas et règle les pièces de l'organisation sur l'horloge cartésienne. La comparaison de l'organisation avec une « montre est au moins imparfaite » (55) parce qu'une montre n'a que deux composantes, les rouages et le ressort principal qui entretient les mouvements, tandis que l'organisme vivant en a trois : les solides, les liquides et la force excitatrice. Lamarck fait les ajustements nécessaires et assimile les deux premières composantes aux rouages, et la troisième au ressort, de sorte que l'analogie est préservée ; et Lamarck se soumet à son tour à la règle absolue du modèle de l'horloge qui ne connaît pas d'exception.

CHAPITRE IX

LA NOTION D'ORGANISATION AUX XVII^e ET XVIII^e SIÈCLES LES PRÉCURSEURS

La place accordée aux naturalistes Bourguet, Buffon et Bonnet, ne signifie nullement qu'eux seuls se sont intéressés au problème de l'organisation. Ils ont eu des précurseurs, dont les anatomistes qui avaient sous les yeux l'image de l'organisation chaque fois qu'ils disséquaient le corps humain. Mais leur intérêt était limité aux besoins de la médecine et de la chirurgie et ils ne manifestaient, sauf exception, aucun intérêt pour la structure d'autres animaux, ce qui les empêchait d'arriver à la conception plus large d'une anatomie qui dépassait l'Homme. Un ouvrage aussi remarquable que *Dell'anatomia et dell'Infirmata del Cavallo* (1598) de Carlo Ruini, qui n'était ni naturaliste ni médecin, était une exception, et d'ailleurs le cheval, en tant que Mammifère, présente un plan d'organisation pareil à celui de l'Homme qui servait d'unité de référence, étant le mieux connu. On peut ranger dans la même catégorie les études d'ornithologie de l'empereur Frédéric II (1194-1250), et l'exemple célèbre de Belon qui compare le « Portraict des os de l'oyseau » avec le « Portraict des os humains », l'année de la publication de la deuxième édition de la *Fabrica* de Vésale (1555). La position debout de l'Oiseau fait encore mieux ressortir l'analogie du plan d'organisation que Belon voulait mettre en évidence. Quant aux Invertébrés, leur étude était négligée. L'importance attachée aux naturalistes cités est justifiée parce que, à l'encontre des anatomistes, ils ont suivi la voie qui mène à la notion de biologie, à travers une pluralité de plans d'organisation dont celui de l'Homme n'était qu'une unité spécialisée. Quoi qu'il en soit, la notion d'organisation était suffisamment répandue au XVIII^e siècle pour que Charles Bonnet puisse écrire dans la Préface du livre *Considérations sur les Corps organisés*, qu'il n'avait pas parcouru tous les auteurs ayant écrit sur la question, « le nombre en étant trop grand » (1). Il faut remarquer cependant que tous les auteurs, auxquels il fait allusion, ne se sont pas occupés de l'organisation proprement dite, mais de la génération comme Maupertuis par exemple, et, de ce point de vue, il y a eu confusion entre génération et développement embryonnaire, confusion qui s'est perpétuée jusqu'à nos jours dans une histoire des sciences rendue incompréhensible.

Les Anciens avaient une conception très claire de l'organisation, même ceux qui n'employaient pas ce terme. Elle s'imposait nécessairement à tous ceux qui disséquaient et qui trouvaient les mêmes organes, présen-

tant les mêmes rapports, chez tous les individus appartenant au même groupe Zoologique.

Le premier nom qui s'impose parmi les précurseurs est celui d'Aristote, qu'on a appelé le fondateur de l'anatomie comparée et le père de l'organisation animale. Aristote représente à la fois plus et moins que lui-même. Plus, parce qu'un grand nombre d'écrits d'histoire naturelle dûs à ses prédécesseurs ont été perdus et ne sont connus qu'à travers ses propres écrits, souvent polémiques. Moins, parce que nombre de ses manuscrits ont connu le même sort, et la plus grosse perte pour le problème qui nous occupe est celle des *Planches anatomiques* auxquelles il se réfère dans les *Parties des animaux*, et surtout dans l'*Histoire des animaux*, et qu'on est en droit de supposer consacrées à des animaux autres que l'Homme, qu'il n'a pas disséqué, et où les animaux marins devaient tenir une place importante.

Les mots instrument, corps organisés et organisation, ont été utilisés par ses traducteurs (3). Il définit l'organisation comme l'état de la matière qui constitue les corps naturels possédant la vie, mais la vie implique selon lui l'existence de l'âme qu'il définit « l'entéléchie première d'un corps naturel organisé » (4). L'âme d'Aristote présente des caractères particuliers, qui la rendent bien différente de celle de Platon et des métaphysiciens en général. Elle est indissolublement liée au corps et ne peut se manifester qu'à travers lui. Elle représente la forme de cette matière qui a la vie en puissance, notion qui s'intègre dans les quatre sens du mot cause chez Aristote. Mais la notion d'âme prend, outre sa signification philosophique, un contenu physiologique à fonctions bien définies : la nutrition, la croissance et le dépérissement, qui sont communs aux plantes et aux animaux. Leur ensemble, auquel s'ajoute la génération, constitue l'âme végétative, et il n'y a pas de vie hors d'elle. L'âme végétative sépare l'animé de l'inanimé, et Aristote ne reconnaît que deux règnes dans la nature, idée qui sera reprise au XVIII^e siècle par les naturalistes que les apparences de la seule morphologie externe ne satisfaisaient plus. La distinction entre animaux et plantes en fonction de l'organisation est faite par l'âme animale : « Quant à l'animal, c'est la sensation qui est la base de son organisation » (5). La vie est, somme toute, une organisation fonctionnelle dont l'âme est le « principe » (6). Il y a chez Aristote identité entre la vie et l'organisation, et cette identité deviendra la fondation de la notion de biologie. Formellement reconnue au XVIII^e siècle, elle sera exprimée par Cuvier comme une vérité évidente et servira de base à la construction de Lamarck.

La tournure donnée par Aristote aux rapports entre la vie et l'organisation témoigne de l'originalité de son esprit scientifique. Sans abandonner les postulats philosophiques, il trace néanmoins une ligne de démarcation entre les sciences de la vie et la philosophie qui, jusqu'à lui, englobait toutes les connaissances intellectuelles. Le commencement de l'émancipation des sciences naturelles de la philosophie date de lui, et il représente un moment crucial dans l'histoire des sciences.

L'idée d'organisation a dû s'imposer à Aristote à la suite de ses études sur les ressemblances et les différences entre animaux, sur le plus et le moins des parties, résultat de l'application de la méthode comparative, et Cuvier a pu dire que l'*Histoire des Animaux* « c'est plutôt une sorte d'anatomie générale, où l'auteur traite des généralités d'organisation que présentent les divers animaux » (7). Les exemples d'Aristote ont fait fortune dans l'histoire des sciences de la vie et ont servi de modèle à ses successeurs. On peut citer la structure générale commune à l'Homme, au Singe et au quadrupède, et la similarité entre les membres antérieurs du quadrupède, l'aile de l'Oiseau et la nageoire pectorale du Poisson, qui participent à la locomotion en tant qu'organes moteurs. L'analogie des organes et la constance de leurs rapports conduit à l'établissement de corrélations. Ainsi, les quadrupèdes vivipares qui ont des incisives ont un estomac simple, tandis que ceux qui n'ont pas d'incisives à la mâchoire supérieure ont un estomac multilobé, corrélations qui ne sont pas sans rappeler celles qu'établira Cuvier deux mille ans plus tard. L'organisation répond à un impératif qui ne connaît pas d'exception et que l'anatomie comparée de l'avenir confirmera amplement : « l'existence de certains organes est la conséquence nécessaire de l'existence d'autres organes » (8), conséquence qui sera à la base de la méthode naturelle de classification en zoologie, autour de 1800.

On peut se demander sur quelles données des sciences naturelles s'est appuyé Aristote pour fondre la vie et l'organisation dans la même entité. Toute réponse à cette question tient de l'hypothèse, mais compte tenu de certaines idées dominantes de la biologie aristotélicienne, elle gagne en probabilité.

A la multiplicité des formes animales et végétales manifestant la vie devait correspondre un ensemble de caractères structurels et fonctionnels qui leur soit commun. Cette condition *sine qua non* ne pouvait pas être remplie par les animaux supérieurs comme les Vertébrés, dont l'Homme était le modèle, parce que le mieux connu des animaux, où le nombre relativement restreint des fonctions contraste avec la multiplicité et la diversité des structures spécialisées qui les accomplissent. La locomotion par exemple est une, mais les moyens de l'accomplir sont multiples : la marche, le vol, la nage et la reptation, servent le même but avec des moyens différents. Il faut tenir compte du fait qu'Aristote accordait la primauté au fonctionnel sur le structurel : les organes sont faits pour accomplir les fonctions, ce sont des instruments au sens étymologique du mot. C'est donc le fonctionnel qui doit résoudre le problème, sans négliger pour autant le structurel. L'ensemble des fonctions qui fait apparaître le phénomène « vie » dans sa plus grande simplicité, parce que seule commune à tous les êtres vivants, indépendamment du degré d'organisation, a trouvé son expression dans l'âme végétative (9). Au XIX^e siècle, la physiologie générale confirmera la justesse de ces vues. Quant aux structures qui les manifestent, Aristote n'a pu les trouver que chez les êtres marins les plus simples, comme les Zoophytes (10). De ce point de

vue, il occupe une position unique parce que, jusqu'au XVIII^e siècle, il a été le seul à avoir étudié ces animaux. Ce qu'on a fait pendant plus de deux mille ans a été fragmentaire et aucun naturaliste ne l'a égalé dans la coordination des faits observés.

Le même genre de raisonnement s'applique aux animaux supérieurs à structures complexes. Aristote distingue dans le corps de l'animal des parties homogènes, les *homéomères*, et des parties composées, les *anhoméomères*, notion qu'il fait remonter à Anaxagore. Or, la caractéristique de l'animal est la sensibilité (âme animale), et le sens commun à tous les animaux est le toucher auquel Aristote accorde la primauté sur tous les autres sens parce qu'il ne connaît pas d'exception. Il est général, le moins spécifique, ne nécessite pas d'organes spécialisés comme la vue et l'ouïe, est logé sur toute la surface de la peau qui, comme le muscle dont elle émane, est une structure homéomère (11).

Dans l'ensemble, il existe une échelle des caractères communs qui comprend la totalité des êtres vivants, la totalité des animaux et la totalité de l'organisation de l'individu. Par ailleurs, l'épigénésiste Aristote a dû être influencé par ses études d'embryologie, qui est l'organisation à l'état de devenir, en action.

* * *

L'autre nom qui a marqué l'histoire de l'organisation dans l'Antiquité est Galien. On l'a dit anatomiste, physiologiste et biologiste expérimentateur, titres mérités à condition de préciser qu'il s'agit d'anatomie et de physiologie médicale, donc spécialisée, qui ne sont pas celles ayant conduit au concept de biologie. Même l'anatomie du Singe qu'il disséquait (*Macacca sylvana* ou Magot), il l'a présentée comme équivalent à celle de l'Homme.

Comme tous les anatomistes, Galien avait une conception claire de l'organisation. En ouvrant un animal, l'arrangement des organes le frappe d'abord, qu'il s'agisse du médecin ou du boucher dont l'officine était si fréquentée au cours des siècles par les anatomistes s'il faut en croire Galien lui-même, Descartes, Glisson et La Mettrie. Pratiquant une anatomie fonctionnelle qui a assujéti la physiologie à l'anatomie pour des siècles, il a étudié de préférence les rapports entre les parties, sans trop s'arrêter à leur description. Mais l'anatomie descriptive n'échappe pas entièrement à la loi des rapports réciproques, c'est-à-dire à l'organisation. Un os décrit isolément présente visiblement des surfaces articulaires avec d'autres os, invariablement les mêmes et disposés d'une manière définie. Les insertions des muscles suivent une règle identique, et même en cas d'inversion d'organes qui, sans le concours de Molière, situe le cœur à droite et le foie à gauche, les rapports restent inchangés en fonction du type d'organisation qui les détermine et qui se reflète à travers eux. On connaît le rôle que cette notion a joué chez Cuvier dans l'établis-

des parties, la propriété de leur substance, leur grandeur, leur figure et leur connexion » (12). Ces règles, reprises par Vésale (13), ont servi de fil conducteur à tous les anatomistes sans exception, la règle des connexions en particulier. Linné a adopté les mêmes règles dans l'étude des plantes. Insuffisante à elle seule, l'anatomie, qui est essentiellement la science de l'organisation, doit être animée pour servir de fondation à la biologie. Les échanges entre les fluides et les solides, inexistants chez les minéraux, établiront cette animation.

* * *

a) *Organisation. Le mot et sa diffusion.*

Le mot organisation dérive du mot organe qui signifie instrument, sens que lui avaient donné Hippocrate et Galien et que conservent les éditions du XVIII^e siècle des dictionnaires de Furetière, Richelet, Trévoux, ainsi que l'*Encyclopédie* qui lui accordent une origine anatomique ; il n'est donc pas importé en biologie. Le mot apparaît pour la première fois dans un manuscrit médical de 1396 (voir reproduction, page 87) et sa fréquence augmente au XVII^e siècle. On le retrouve chez Malpighi, Boyle et Hooke. Glisson apporte une note discordante en faisant de l'organisation le résultat de la vie, forme des rapports entre les deux, reprise par Grew.

Le mot est repris au XVIII^e siècle par tous les naturalistes sans exception. Citons au hasard : Fontenelle, Boerhaave, Réaumur, Haller, Whytt, Delamétherie, Lavoisier et Séguin. Sa signification est donnée par John Hunter, qui exprime l'opinion générale. Il s'agit de l'arrangement des parties qui sont semblables à celles d'une machine, chacune avec « sa propre forme et sa propre fonction dont la coordination mécanique maintient la vie » (1). Les organes forment les animaux conformément à des lois fixes : « C'est cette distribution de la substance animale qu'on entend par le mot organisation » (2). Tard dans le XIX^e siècle, Darwin lui trouve un rapport avec la sélection naturelle, qui est un facteur d'amélioration de l'organisation : « This improvement inevitably leads to the gradual advancement of organisation » (3).

L'exemple le plus frappant de l'emprise de l'idée d'organisation est son introduction dans la caractérisation des trois règnes de Linné. On connaît sa célèbre formule : « Lapidés crescent, Vegetabilia crescent et vivant, Animalia crescent, vivant et sentient ». Dans la treizième édition de cet ouvrage révisé par Gmelin (1788), il introduit le mot organisation : « Lapidés corpora *congesta*, nec viva nec sentientia, Vegetabilia corpora *organisata* et *viva*, non sentientia, Animalia corpora *organisata* et *viva*, et *sentientia*, spontanque se movent » (4).

D'autres exemples illustrent l'importance capitale que la notion d'organisation a acquise chez les naturalistes.

* * *

b) *Claude Perrault.*

Claude Perrault, anatomiste et physiologiste, mérite à plus d'un titre de retenir l'attention. Il est un des premiers, le premier affirme-t-il, à avoir formulé l'hypothèse de la préformation, bien avant 1680 : « la generation des estres vivans, lesquels je suppose avoir tous esté creez dès le commencement du monde, en sorte que lorsqu'on croit que ces estres sont engendrez, ils ne font que recevoir un accroissement qui les rend capables des fonctions de la vie » (1). Ils possèdent d'emblée tous les organes en miniature. Il avoue, comme Gassendi, que cette idée lui a été inspirée par les écrits hippocratiques, et reconnaît les difficultés de l'imposer. Perrault est donc acquis à la conception théologique du créationnisme.

Nommé membre de l'Académie des sciences, dès sa fondation (1666), c'est lui qui établit le programme de travail pour la section des « physiciens » (naturalistes) où l'anatomie comparée devait tenir une large place (2). Perrault était un animiste convaincu ; l'âme, qui n'a pas de siège défini, est présente dans toutes les parties du corps dont elle dirige les activités. Or, malgré le créationnisme et l'animisme, il avoue franchement son rattachement au mécanisme dans l'explication des phénomènes organiques et rend compte de cette contradiction dans *De la Mécanique des Animaux* (3) : les organes sont de véritables machines, et les fonctions ne sont connaissables « qu'à travers les organes que les règles de la mécanique rendent faciles » (4), chez les animaux comme chez les plantes qui possèdent des « machines de valvules » pareilles aux veines des animaux. Il explique mécaniquement l'action des organes du mouvement, des sens et de la nutrition auxquels il réduit en fait les fonctions essentielles des animaux.

Le mécanisme de Perrault va plus loin que la simple analogie avec une machine. Il conçoit l'existence d'une force, le « Ressort », qui tient réunies les parties composant les corps naturels (5), communes aux corps animés et inanimés, même si des organes comme le cœur ont un ressort particulier. Le ressort évoque la pièce mécanique.

Tout en voulant « empêcher le mauvais effet » que l'assimilation des animaux à de « pures machines » lui vaudrait, ce dont il se défend en invoquant l'âme directrice, il reconnaît être plus proche de la « nouvelle secte » (les cartésiens) que de toute autre école.

Perrault est un représentant typique de l'attitude des naturalistes et des expérimentateurs qui, tout en se réclamant de l'animisme et du vitalisme, sont obligés de se servir de l'analogie de la machine dans l'explication de l'organisme vivant. Sa nature, l'organisation, ne leur laisse pas d'autre choix.

* * *

c) *Phénomènes insolites et organisation.*

L'introduction systématique de l'expérimentation chez les Invertébrés, au XVIII^e siècle, a donné naissance à des problèmes insolites liés à la notion d'organisation. Le premier en date était la découverte de la régénération des parties manquantes chez l'Hydre d'eau douce par Abraham Trembley en 1740. Le même phénomène a été découvert ensuite chez d'autres Invertébrés, sans rapport de parenté entre eux : le Ver de terre par Bonnet ; les Anémones par Dicquemare, identifiées plus tard par Cuvier comme Mollusques ; le Limaçon qui régénère la tête, par Spallanzani, et même un Vertébré, le Triton, qui régénère les quatre membres et la mâchoire, par le même expérimentateur. La cause du phénomène restait inconnue, sauf pour les préformationnistes qui l'attribuaient à des germes disséminés dans l'organisme, l'équivalent d'un ovaire diffus qui, de latents, devenaient actifs, et régénéraient les parties manquantes.

Si l'hypothèse préformationniste satisfaisait l'esprit de ses adeptes, la régénération n'en jetait pas moins le doute sur la valeur de la classification, la préoccupation majeure du XVIII^e siècle, devant l'absence de liens de parenté entre des espèces manifestant ce même phénomène, éparpillées sur l'échelle taxinomique.

Une autre inconnue déroutante était le manque de corrélation entre les espèces capables de régénération et les espèces d'animaux reviviscents, jamais les mêmes. Soulevée par Spallanzani, cette question mettait en discussion la plasticité de la matière vivante.

Très différent était le problème de la reviviscence d'animaux comme l'Anguillule du blé niellé étudiée par Needham, l'Anguillule de la colle de pâte étudiée par Baker, les Rotifères et les Tardigrades étudiés par Spallanzani, et les Infusoires étudiés par Beckmann (1). Si, desséchés, ces animaux cessaient de manifester la vie et ressemblaient à la matière inerte, sitôt humectés, ils revenaient à la vie, même après des années d'inertie. Ce phénomène insolite dans l'histoire de la biologie, posait le problème de la nature matérielle ou immatérielle de la vie et de l'immortalité de l'âme, leur état étant soumis à la présence ou à l'absence d'une banale goutte d'eau.

L'explication proposée était plus rationnelle que pour la régénération, malgré le souci du devenir de l'âme qu'on a fini par négliger pour s'attacher au rôle joué par l'organisation. A une époque où la motilité avait remplacé la sensibilité comme caractéristique de la vie, on rattachait l'immobilité résultant de la dessiccation à la cessation de l'activité musculaire, d'autant plus que Haller avait montré que l'irritabilité (contractilité) était une propriété caractéristique. Le cœur fournissait l'exemple d'un muscle fortement irritable, et chez les animaux privés de cet organe on supposait par analogie que le principe vital assimilé à l'irritabilité était logé dans les muscles. C'est à la récupération de l'irritabilité par

humectation que Spallanzani attribue la reprise de l'activité vitale. Il le fait cependant à titre « d'hypothèse », retenu vraisemblablement par le problème du devenir de l'âme (2). D'autres naturalistes n'hésitent pas à prendre une position nettement matérialiste en s'appuyant sur la notion d'organisation.

Baker, tout en essayant de séparer l'âme du corps, attribue la reprise de l'activité vitale au maintien de l'intégrité de l'organisation (3). Fontana pense aussi à l'activité musculaire dans le cadre de l'organisation ; le problème est physico-organisationnel, l'exécution du mouvement nécessitant la présence d'eau (4). D'après Lamarck, les organes doivent rester en état de reprendre le mouvement pour propulser l'eau au moment de l'humectation, il faut donc qu'il n'y ait altération ni des solides ni des liquides (5), condition nécessaire pour que le mouvement ait lieu en réponse à une excitation. Au XIX^e siècle, Dutrochet, qui avait refait les expériences de Spallanzani, arrive à la conclusion que la reviviscence était possible chez les animaux « morts » sans désorganisation. Les conditions étaient physiques et l'âme ne tenait aucune place (6).

Il est même arrivé que l'organisation vole au secours de l'âme indivisible, menacée d'être sectionnée avec le corps de l'animal soumis à l'étude de la régénération. Pour sauver la situation, Parson imagine deux organisations : primaire, qui est indivisible, présente dans l'œuf qui abrite l'âme avant que le développement ait lieu ; secondaire, qui possède un principe d'animation propre mais subordonné à l'organisation primaire, seule active dans les circonstances particulières de la régénération (7). Malgré ce compromis, il ajoute prudemment que l'expérimentation seule pouvait « trancher la question », attitude éminemment scientifique que l'avenir confirmera.

* * *

d) *L'école iatromathématique et l'organisation.*

Les progrès accomplis aux XVII^e et XVIII^e siècles par des disciplines scientifiques plus avancées n'ont pas manqué d'imprimer des orientations nouvelles aux sciences de la vie qui espéraient, grâce à ces emprunts, résoudre leur propres problèmes. Le mouvement iatromathématique est le produit direct de l'influence de Newton, qui lui a prêté sa méthode et sa manière d'interpréter les phénomènes naturels.

Fortement impressionnés par la concordance entre les prévisions théoriques et les résultats obtenus en mécanique céleste, ses adeptes ont pensé trouver des résultats équivalents dans l'étude de l'organisme humain, avec l'espoir avoué d'applications à la pathologie. Même chez Stephen Hales, qui n'avait aucune formation médicale, la poursuite de ce but prend des formes concrètes avec l'injection expérimentale de médicaments.

Le newtonisme offrait deux avantages séduisants : d'une part, une méthode basée sur l'expérimentation qui acheminait la recherche

dans une voie objective ; d'autre part, il écartait la recherche de la cause du phénomène en vertu du principe qu'elle se manifestait dans les effets qui étaient mesurables. La « Philosophie expérimentale » se passait d'hypothèses, les lois étaient déduites des faits et justifiaient une notion qui s'imposera de plus en plus aux physiologistes, à savoir que ce sont les effets et non les causes qui tombent sous les sens.

La voie tracée par Newton a été formulée par Hales, le plus brillant représentant de cette tendance : « nombrons, pesons, mesurons, c'est la méthode la plus sûre, les grands succès qui l'ont toujours distinguée doivent nous animer à la suivre » (1). Il est caractéristique que les résultats sont présentés sous formes de protocoles de laboratoire. La source d'inspiration et les possibilités expérimentales de l'époque dirigeaient les adeptes de la méthode vers la recherche des forces activant un mouvement, et le choix s'est porté premièrement sur la circulation, et secondairement sur les sécrétions et les mouvements musculaires, auxquels s'ajouteront la respiration et l'optique. La force détermine la vitesse et la quantité du sang circulant et en exprime le mouvement. Ce choix était facilité par l'assimilation de l'organisme à une machine hydraulique, qui a permis à Keill d'étudier la statique de l'organisme (1708, 1718), exemple suivi par les autres iatromathématiciens. L'équilibre était assuré par les actions et les réactions entre les liquides, les vaisseaux qui les contenaient et le moteur propulseur. On devait pouvoir en déduire la « force réelle » exprimée par la pression et la quantité de sang.

En fait, les seuls éléments dont disposaient les iatromathématiciens étaient la force du cœur et la résistance périphérique qu'on devinait, données insuffisantes pour rendre compte des phénomènes qui présentaient trop de variables suivant l'état de l'organisme, malgré l'assurance de Hales de leur constance dans l'organisme sain. L'affirmation dans le *Dictionary of Scientific Biography* que Hales aurait découvert la vasoconstriction et la vasodilatation, phénomènes perturbateurs, sans les avoir vues, ne correspond à aucune réalité (2). L'ambition d'appliquer les résultats obtenus à l'action des médicaments était aussi un facteur négatif, parce qu'à l'époque cela signifiait le saut d'une inconnue dans une autre, la longue chaîne de phénomènes qui se succèdent depuis l'injection jusqu'à l'utilisation du médicament n'étant même pas soupçonnée. L'organisme s'est révélé être plus qu'un système de tubes remplis de liquides, comme le pensait Pitcairn.

Malgré l'acquis de données qui ont enrichi la physiologie animale et surtout végétale grâce, en particulier, à l'incomparable expérimentateur qu'était Hales, les résultats ne devaient pas avoir la portée escomptée. La circulation dans l'organisme vivant ne présentait pas la simplicité de la « circulation des astres » chez Newton. Les résultats obtenus ont fait l'objet de polémiques acerbes entre les protagonistes de la méthode : Jurin, Keill, Michelotti auxquels Boissier de Sauvages, commentateur de Hales, a ajouté ses propres objections. Bichat citera les deux premiers comme s'étant engagés dans une fausse voie et trouvera dans l'impossi-

bilité de mathématiser les phénomènes physiologiques un argument en faveur de ses thèses vitalistes. Bien avant lui, Aristote dans la *Physique* (II, 2, 194a), avait remarqué que les choses naturelles étaient « bien moins séparables que les choses mathématiques ».

Les iatromathématiciens ont choisi ceux des phénomènes vitaux qui sont soumis aux lois physiques : circulation, sécrétions ou, comme chez Pemberton, l'optique. De ce point de vue, ils sont les précurseurs des physiologistes allemands du milieu du XIX^e siècle, baptisés réductionnistes, dont la méthodologie imposait l'étude des phénomènes qui, chez l'être vivant, se prêtaient à l'analyse physico-mathématique et à ses lois.

De même que la « philosophie expérimentale » de Newton connaissait des limites dans ses applications aux phénomènes vitaux, l'attraction et la répulsion n'étaient pas ce « principe universel qui opère dans les différents phénomènes naturels », comme le pensait Hales. Buffon, traducteur de la *Statique des Végétaux* (1735), constate avec regret que l'idée de l'existence d'un seul principe qui explique l'univers est « vaine et chimérique » (3). Maupertuis, qui a introduit Newton en France et a converti Voltaire, reconnaît que l'attraction n'explique pas la formation d'un corps vivant (4), et Spallanzani se demande : « Avons-nous dans le monde organique une seule loi qui soit vraiment universelle ? » (5).

La question d'un intérêt immédiat est celle des rapports entre l'iatromathématique et l'organisation. La querelle entre les cartésiens et les newtoniens n'a pas retenti sur les sciences de la vie, et l'échec de l'iatromécanisme en physiologie a laissé la machine cartésienne indemne. L'iatromathématique n'a fait que se greffer sur elle. On espérait que « l'admirable machine » que constitue l'organisme vivant, où « tout se trouve sagement ajusté » (6), se prêterait aux calculs exacts. Si Boissier de Sauvages s'appuyant sur Hales s'en prend aux cartésiens, ce n'est pas pour se plaindre de la machine mais pour leur reprocher de ne pas reconnaître la main du Créateur qui anime ses mouvements. « L'homme, dit-il, est un composé d'une âme qui a vie et mouvement, et d'une machine hydraulique unies ensemble » (7). Mais le Créateur n'avait pas pris soin de faire concorder les résultats des iatromathématiciens, ni de justifier, selon leurs vues, le fonctionnement d'une machine soumise à des lois biologiques qui restaient à découvrir. Entre les corps célestes des astronomes soumis à l'attraction, et les atomes des chimistes soumis aux affinités, les corps vivants demandaient une méthode d'investigation et des formes d'interprétation conformes aux conditions inhérentes à leur organisation.

* * *

Indépendamment des applications pratiques, les données théoriques qui sont à la base de l'iatromathématique ont exercé une influence propre sur la pensée des naturalistes. Elles dérivait directement de la loi d'attraction universelle qui tenait sous sa dépendance des phénomènes astronomiques et physiques considérés auparavant comme appartenant à des

causes différentes. La simplicité de cette loi unificatrice et la multiplicité des effets qui en dépendaient incitaient les naturalistes observateurs et les physiologistes expérimentateurs à chercher son équivalent chez le vivant, d'autant plus qu'elle ne poursuivait pas la recherche de l'insaisissable cause première qui expliquerait la nature intime ou « l'essence » des phénomènes. Newton ne nie pas son existence, il souligne même qu'il faudra y parvenir un jour, mais après avoir déduit les causes des effets à l'aide de l'expérience, en réduisant progressivement les causes à des principes de plus en plus généraux, pour arriver finalement à la cause première. Comme, par ailleurs, les explications matérialistes étaient mécaniques, et que pour le théiste Newton « la *Cause Première* (qui) certainement n'est pas mécanique » (8), ce qui rend impossible sa recherche immédiate et impose son ajournement, il enlevait en même temps un obstacle majeur à l'interprétation des phénomènes naturels. D'autre part, cette interprétation permettait de restreindre le nombre des causes des phénomènes, qu'on augmentait à volonté en inventant des facultés nouvelles à l'image des anciens, ce qui avait déclenché les protestations de Haller.

La voie recommandée par la *Philosophie naturelle* est celle de l'expérience, mais la signification de ce mot, tel que l'ont conçu les naturalistes qui s'en sont inspirés, demande à être précisée. Il ne signifie ni l'acquis par le sensible de l'expérience de tous les jours, ni l'expérimentation dans le sens d'activité de laboratoire pratiquée par Newton dans l'étude de la lumière, mais la succession de causes et d'effets, et leur enchaînement, sans préjuger de la nature de ces rapports. L'état actuel découle de l'état antérieur, et chaque effet devient cause à son tour. Il s'agit donc des causes prochaines, et la succession des phénomènes doit permettre leur prévision. C'est cette succession cause-effet que Bonnet appelle déterminisme, mot sans rapport avec le sens qu'il allait acquérir dans la méthode expérimentale élaborée au xix^e siècle. Le but de cette méthode sera de déterminer les conditions immédiates de manifestation des phénomènes, préalable nécessaire à la connaissance de leur nature, où la question de la cause première ne se posait plus. Au xviii^e siècle, quand l'influence de Newton s'est fait le plus sentir dans les sciences de la vie, c'est l'idée d'enchaînement cause-effet que traduit le mot expérience, et c'est probablement ce qui a incité Barthez, par exemple, à étudier les causes prochaines du mouvement après avoir étudié la cause première (9).

L'idée d'une loi unificatrice en physiologie était devenue l'idéal de pratiquement tous les physiologistes pendant tout un siècle (approximativement 1750-1850) (10). Elle éblouit Bichat : Newton a trouvé « la simplicité des causes réunie à la multiplicité des effets » (11). Magendie évoque le modèle que fournit la physique et « surtout l'astronomie » (12). On peut ajouter le nom de Cabanis, qui n'était pas expérimentateur mais qui pose un problème philosophique exprimant les préoccupations de l'époque. Il se demande qui, de la gravitation ou de la sensibilité univer-

selle, explique l'autre (13). Aucune des propriétés de la matière vivante invoquées tour à tour comme l'équivalent de la gravitation universelle, l'irritabilité, la motilité, la sensibilité, ne devait résister à l'épreuve des faits. L'organisation de la matière vivante, d'où découlaient ses propriétés, était trop complexe, ses multiples manifestations trop intriquées, pour égaler la simplicité des phénomènes astronomiques. La terre vivante était trop éloignée du ciel impassible.

La simplicité de la loi d'attraction a produit un effet inattendu sur Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, alerté par Laplace. Dans l'*Optique*, Newton étend ses réflexions sur la simplicité des lois de la nature à la structure des animaux. Il trouve par analogie qu'à « l'Uniformité si merveilleuse dans le Système Planétaire » correspond « l'Uniformité qui paraît dans le Corps des Animaux » (14). Geoffroy Saint-Hilaire y voit une concordance avec sa propre conception de l'unité de composition du Règne animal (15). L'uniformité de plan du monde animal, telle que Newton la voyait, était celle des Vertébrés, notion commune chez les naturalistes de l'époque. Quant aux Invertébrés, peu connus, ils étaient intégrés par le biais de l'échelle des êtres. Tant que Geoffroy s'est maintenu dans le cadre des Vertébrés, la validité du plan, admise depuis longtemps, ne soulevait pas de controverses. De l'insistance mise à attribuer le même plan unificateur aux Invertébrés, a résulté l'échec retentissant de la controverse avec Cuvier en 1830, ce dont Newton n'est pas responsable.

* * *

e) *Barthez-Bordeu.*

Paul-Joseph Barthez introduit une note qui, à première vue, semble paradoxale. Dans *Nouveaux élémens* (1), il attribue la cause première des activités de l'organisme au principe vital, dont il fait une entité différente de l'âme et du corps. Dans le cas du mouvement, qui l'intéresse particulièrement, les forces mécaniques sont impuissantes à elles seules à expliquer la contraction et l'extension des fibres musculaires et à maintenir leur intégrité, tandis que le principe vital, dont émanent les forces sensitives, crée une « *situation fixe* ». Grâce à cette action de cohésion, la rupture musculaire est prévenue. Cependant, le rôle des forces mécaniques n'est pas exclu pour autant. La mécanique « n'est pas une science accessoire de la Science de l'Homme, mais elle est une branche fort importante » (2), et les fonctions des organes ne peuvent être comprises sans elle. Mais dans cet ouvrage, il ne la fait pas intervenir dans sa démonstration réservée au principe vital, et s'attache en priorité au mouvement tonique des organes internes, auquel il rattache la chaleur vitale considérée comme un mouvement.

Vingt ans après la publication de la première édition de cet ouvrage, il publie sa *Nouvelle mécanique* (3) qui témoigne d'un virage remarquable de sa pensée. Il étudie les différentes sortes de mouvements musculaires

limités, à peu d'exceptions près, à l'Homme et aux quadrupèdes. Tout en rappelant en passant « la force de situation fixe », conception de son invention qui, dit-il, a échappé à tous ceux qui, depuis Borelli, s'étaient occupés de la question, son explication de la marche, du saut, du vol, de la reptation et de la nage, est fondée sur l'appareillage mécanique de l'organisme : le jeu réciproque des muscles extenseurs et fléchisseurs qui assure la force de projection, le jeu des articulations, des os et des ligaments, et leur rapports avec les centres de mouvement.

Il semble paradoxal que le champion d'un vitalisme plus rigide que celui de Bordeu et de Bichat, parce que plus centralisé, s'attache aux phénomènes reconnus comme les plus soumis aux lois de la mécanique. Barthéz avoue ne prendre en considération que les causes prochaines (4), que justifient l'anatomie et les lois de la mécanique, et va jusqu'à déclarer que les organes de l'Homme vivant « sont admirablement conformés pour la mécanique » (5). Avec des nuances, l'attitude des autres vitalistes envers la mécanique, ne diffère pas fondamentalement de la sienne.

* * *

Théophile Bordeu est un autre exemple, plus atténué, de l'impossibilité qu'éprouvent les vitalistes à se soustraire à l'emprise du mécanisme qu'ils combattent par ailleurs. L'organisation est une notion acceptée dont il parle à propos du tissu muqueux (1), de la mécanique de sa formation à partir du « suc muqueux et nourricier » aboutissant à la formation de fibres qui « sont des corps singulièrement organisés » (2). Rappelons que depuis le xvi^e siècle, le tissu muqueux (mucilagineux, gélatineux, glutineux) était considéré comme la source originelle commune dont tous les autres tissus et organes dérivait (3), et Bordeu lui attache une importance particulière.

L'exemple le plus couramment cité de l'antimécanisme de Bordeu est sa démonstration, en partie expérimentale pour les glandes salivaires, de l'erreur de Boerhaave qui expliquait la sécrétion et l'excrétion des glandes par la compression mécanique exercée par les organes avoisinants. Les testicules et les glandes mammaires, non soumises aux compressions comme le serait le pancréas, devaient pouvoir expliquer le mécanisme de sécrétion des autres glandes (4). D'après sa conception vitaliste du fonctionnement de l'organisme, tout s'explique par l'action propre de chaque glande douée d'une sensibilité et d'une motilité propres. Cependant, le mécanisme se glisse dans son explication : pour excréter, chaque glande a besoin « de se replier et de se rouler sur elle-même, de se gonfler, de se durcir » dans sa loge, pour pouvoir être « secouée et agitée, ou excitée par les parties de voisinage », dans le but de la « réveiller » (5).

Le fonctionnement de la matière organisée, malgré la vie propre de chaque organe, soumis au vitalisme, ne peut se passer de l'aide du mécanisme.

CHAPITRE X

LE XIX^e SIÈCLE

Les progrès accomplis par plusieurs disciplines scientifiques au début du XIX^e siècle ont ouvert des perspectives nouvelles à la notion d'organisation. S'ajoutant aux travaux de Bichat, elles ont dépassé la conception initiale d'organisation, tout en l'approfondissant. L'anatomie comparée s'attache à découvrir les lois de l'organisation et son succès s'est avéré complet. Un résultat nouveau de l'extension de la notion d'organisation a été son introduction en pathologie médicale et son fondateur, Léon Rostan, a trouvé des arguments tirés de cette discipline même, qui sont venus renforcer l'influence exercée par les sciences naturelles et par l'anatomie. La chimie, pour sa part, semblait offrir une interprétation nouvelle de la structure intime de l'organisme, fondée sur les éléments chimiques et sur leurs combinaisons spécifiques qui expliqueraient les différences structurelles des organes et la diversité de leurs fonctions. La physiologie expérimentale a apporté une contribution extrêmement originale, qui a éclairé d'un jour nouveau les particularités des processus physico-chimiques ayant lieu dans l'organisme vivant. Ces processus suivaient des voies propres inconnues aux corps minéraux, sans pour autant se soustraire à l'universalité des lois physico-chimiques, qui étaient les mêmes. Ces modalités propres aux corps vivants étaient rendues possibles par l'organisation.

L'anatomie comparée et les lois de l'organisation.

L'idée de loi était sous-entendue dans l'agencement, dans la constance et dans la régularité de l'arrangement des pièces constitutives de l'organisation, en conformité avec le modèle classique de l'horloge que Cuvier n'omet pas d'évoquer. Révélée par les dissections systématiques, on n'insistera jamais assez sur l'importance capitale qu'a eu leur application aux Invertébrés, dont aucun groupe n'a été négligé, ce qui a permis d'inclure le monde animal dans sa totalité. L'application des principes de la même méthode, utilisée chez les Vertébrés, assurait l'équivalence des résultats.

A l'ancienne idée métaphysique de la chaîne des êtres, fondée sur des ressemblances superficielles, s'est substituée l'évidence de l'existence de plusieurs plans d'organisation différents caractérisant des groupes naturels. Avec l'avènement du XIX^e siècle, la chaîne des êtres est morte de sa mort naturelle, pour revivre au XX^e siècle dans l'esprit des historiens plus séduits par sa transcendance que par la réalité des faits.

Dans les mains de Cuvier, l'anatomie comparée est devenue un instrument heuristique applicable à tout le monde vivant. Le résultat devait

être la connaissance de l'organisation de l'animal au point qu'on puisse identifier la classe aussi bien que l'espèce à laquelle il appartenait, grâce à la constance des rapports de la structure interne et de la morphologie externe. Avant Cuvier, son application aboutissait tout au plus à des connaissances isolées sans portée générale. Le groupe d'anatomistes dirigé par Claude Perrault à l'Académie des Sciences « to which the modern development of comparative anatomy may be traced » (1), disséquait sans plan d'ensemble, au hasard des animaux mourant à la ménagerie de Versailles. Il s'agissait exclusivement de Vertébrés. Le même compartimentage caractérisait les dissections anciennes de Swammerdam, Réaumur et Lyonet, limitées aux seuls Insectes. Le XVIII^e siècle a connu des précurseurs qui ont apporté des contributions de fait et de méthode, accordant plus de précision à la comparaison des organes et à leur anatomie : Daubenton, Storr, Camper, Blumenbach et Vicq d'Azyr, mais leurs études étaient limitées aux Vertébrés, Mammifères en particulier, utilisant l'Homme comme unité de mesure. Le monde immense des Invertébrés, marins surtout, était ignoré malgré quelques études louables mais dispersées comme celles de Willis au XVII^e siècle, et de Pallas, Ellis et Dicquemare, au XVIII^e siècle.

L'originalité des naturalistes de 1800 a été de mettre toute la zoologie à l'épreuve de l'anatomie comparée. Cette attitude a été formulée par Cuvier, qui en a fait un programme de travail : « faire marcher de front la zoologie et l'anatomie comparée », les dissections et le classement (2). La première sert de guide, la seconde sert d'explication en révélant le plan de la nature. Pour Cuvier, le chef de file des anatomistes de l'époque, l'identité entre l'anatomie comparée et les lois de l'organisation ne faisait pas de doute, car pour lui, l'anatomie comparée est l'étude des lois de l'organisation des animaux et des modifications qu'elles présentent dans les différents groupes (3). Ces lois justifiaient la méthode naturelle et se conformaient à des principes directeurs autres que la constatation de similarités et de différences des animaux, regardés du point de vue de la morphologie externe. L'objectif visé concernait les organes et leurs modifications, et les anatomistes transférèrent l'étude des similitudes et des différences de la morphologie externe aux organes internes, d'où les lois de l'organisation furent déduites. Bien avant son arrivée à Paris en 1795, Cuvier avait accompli une œuvre considérable dans ce domaine, par le nombre des espèces observées ou disséquées, qui se comptaient par centaines, comprenant aussi des Invertébrés marins. Utilisés d'abord dans un but descriptif, ces matériaux ont élargi par la suite la base de l'anatomie comparée. Cuvier a vite réalisé que la valeur indicatrice des organes n'était pas interchangeable ; tous n'avaient pas la même signification anatomique. Inspiré par le *Genera plantarum* d'Antoine Laurent de Jussieu, il établit une hiérarchie des organes suivant l'importance de la place occupée dans l'organisation. La valeur du caractère dominateur était attestée par sa constance dans un groupe donné, ce qui constitue un point de repère infaillible pour le caractériser. Dès 1798 Cuvier souli-

gnait, dans le *Tableau élémentaire*, que les rapports naturels sont ceux qui traduisent les ressemblances des êtres, et ajoutait que les plus constants sont les plus importants. Les autres organes étaient subordonnés à l'organe dominateur. Celui-ci a changé au cours de l'évolution de la pensée de Cuvier, par exemple du système circulatoire au système nerveux, mais ce qui importe c'est qu'avec ce choix on élimine l'arbitraire qui caractérisait les méthodes artificielles, dont celle de Linné que Cuvier critique à l'aide d'exemples concrets. Cuvier affirme, de plus, que le choix du caractère dominateur est motivé par des considérations physiologiques qui tiennent compte de son importance dans le fonctionnement de l'organisme. En fait, il y a chez Cuvier confusion entre les données physiologiques et les fonctions des organes, déduites *a posteriori*, où la physiologie n'est qu'une apparence (4).

La loi la plus féconde de l'organisation dérive de la constatation des rapports entre les organes. Cuvier l'appelle la *loi de coordination des organes*, et Etienne Geoffroy Saint-Hilaire la *loi des connexions*. Elle établit que la présence de certains organes réclame nécessairement celle d'autres organes — les rapports entre les types de systèmes respiratoires constituent un exemple — et toute modification d'organe est en rapport constant avec les modifications subies par d'autres parties de l'organisme. Toutes les combinaisons d'organes ne sont pas possibles dans la nature, sous peine de contrevenir à la loi essentielle des conditions d'existence qui rend compte de la totalité des corrélations dans l'organisme, compatibles avec la vie. Certaines combinaisons d'organes sont corrélatives, d'autres s'excluent mutuellement. Le principe de plénitude, cher aux partisans de la chaîne des êtres, n'a aucune place en anatomie comparée.

Geoffroy Saint-Hilaire ne se limite pas à la loi des connexions et apporte des précisions supplémentaires aux rapports entre les organes, qui poussent plus loin l'explication de leur stabilité. La *loi des analogues*, terme mal choisi parce qu'il s'agit en fait d'homologies, permet de reconnaître les mêmes structures chez tous les Vertébrés, en vertu du principe infaillible qu'un « organe est plutôt altéré, atrophié, anéanti que transposé » (5). Pour cela, Geoffroy pousse très loin l'analyse des organes qui se prêtent le mieux à la décomposition en pièces détachées, comme le système osseux. Un membre, par exemple, est un ensemble fonctionnel qui, du point de vue structurel, est composé de plusieurs pièces dont chacune doit être comparée séparément. Les mêmes structures ont pu changer d'emplacement ou de fonction, à cause de conditions de vie différentes, au point de les rendre méconnaissables, mais elles sont rendues nécessaires par l'adaptation à un autre genre de vie. C'est ainsi que les pièces anatomiques qui constituent les organes respiratoires des animaux aériens, larynx, trachée, bronches, se retrouvent dans les pièces branchiales des poissons ; que les osselets de l'oreille interne deviennent les os operculaires ; qu'on retrouve chez la Baleine un os analogue (en fait, homologue) des membres postérieurs des autres Mammifères.

Geoffroy introduit dans l'étude de l'organisation des méthodes d'appoint empruntées à l'embryologie qui renforcent les données de l'anatomie comparée. L'étude du fœtus révèle le même nombre de points d'ossification, qui forment le crâne des Mammifères, qu'on trouve d'os analogues chez le Poisson adulte. La jeune Baleine possède des ébauches de dents dont l'adulte est privé, et il en est de même des embryons d'Oiseaux. Ainsi, l'unité de plan est retrouvée chez tous les Vertébrés, indépendamment de la classe à laquelle ils appartiennent.

Un autre résultat de l'application des données de l'embryologie a été l'intégration des monstruosité dans les lois de l'organisation. Les monstres ne sont pas des phénomènes aberrants, mais sont soumis aux mêmes lois que les individus normaux du même groupe zoologique. Il s'agit de perturbations survenues au cours du développement, dues à des altérations pathologiques, vasculaires en particulier : « Les monstruosité, c'est l'organisation dans ses actes irréguliers » (6).

La découverte des lois de l'organisation a valu à l'anatomie comparée le statut de science indépendante, avec un objet d'étude et une méthode propres. Grâce à Cuvier en particulier, l'anatomie, de descriptive devient générale, et assure à la classification zoologique des fondations objectives. Elle lui a permis de dégager le plan de la nature, et à Lamarck la marche de la nature, aspiration des naturalistes qui remontait à l'Antiquité grecque ; mais les modalités de ce plan n'ont pas été vues dans la même perspective par tous les protagonistes. Quand Geoffroy Saint-Hilaire a voulu étendre le plan de l'organisation, propre aux Vertébrés, à d'autres secteurs du Règne animal, sa philosophie transcendante a essuyé un échec ainsi qu'en témoigne sa controverse retentissante avec Cuvier. Il n'y avait pas de plan unique avec un prototype animal dont pouvaient émerger tous les types zoologiques connus.

Cuvier n'a pas été plus heureux avec ses quatre embranchements calqués sur les quatre arrangements du système nerveux dont il fait tout l'animal, les autres organes n'ayant d'autre but que de le servir (trois en réalité, parce qu'on n'avait pas identifié de système nerveux chez les Zoophytes ou Radiaires, dont la caractéristique était l'arrangement autour d'un axe). La notion d'embranchement est restée, mais elle a subi des modifications profondes, et le but de Cuvier qui était de supplanter la division de Lamarck en animaux, avec et sans vertèbres (7), n'a pas été atteint ; il n'avait pas de réalité. D'ailleurs, Lamarck n'a pas représenté les animaux sans vertèbres construits sur le même plan naturel.

Le grand bénéficiaire de l'application de l'anatomie comparée à la zoologie a été la classification, et surtout l'établissement des classes qui tracent les limites spécifiques du plan d'organisation. La notion de classe animale n'était pas nouvelle, ainsi qu'en témoigne la classification de Linné, mais ses assises manquaient de bases scientifiques que leur a valu la connaissance de la nature intime de l'organisation, révélatrice de l'ordre de la nature grâce à la méthode naturelle qui, pour Cuvier, serait le but même de la science (8).

* * *

a) *L'organicisme de Léon Rostan.*

L'organicisme de Léon Rostan mérite une mention particulière. C'est une œuvre de combat qui s'adresse au monde médical, le groupe social qui, malgré quelques brillantes exceptions, était le plus réfractaire aux conceptions matérialistes, et où l'écho du vitalisme ne s'est jamais éteint. Au contraire, il a continué à retentir tout au long du XIX^e siècle médical sous l'autorité de Gerdy, Dubois d'Amiens, Chauffard et autres héritiers de Barthez et Bichat. Le mot organicisme n'appartient pas à Rostan, il a été inventé par Béclard de Montpellier pour exprimer son mépris à l'adresse des matérialistes, et que Rostan a relevé comme un défi. Le rôle initial dévolu par Rostan au Créateur semble plutôt dû à des considérations sociales qu'à une conviction philosophique profonde ; d'ailleurs, déisme et mécanisme cohabitaient depuis le XVIII^e siècle, sans se gêner l'un l'autre, et le plaidoyer de Rostan est contre le vitalisme, entité dont la nature est différente de l'âme.

Sans apporter de conceptions nouvelles, il renforce les anciennes à l'aide d'arguments tirés des données de l'école anatomo-pathologique de Paris, qui avait établi des corrélations entre les lésions trouvées à l'autopsie et les manifestations cliniques observées au cours de la maladie, ce qui établissait des rapports matériels indéniables entre la maladie, les organes et les fonctions, seuls éléments auxquels le médecin a affaire. Mais les vitalistes se retranchaient derrière l'argument que les maladies étaient des « essences » dont la nature restait impénétrable, et donnaient l'exemple de cas cliniques sans lésions à l'autopsie.

Rostan commence à professer sa doctrine en 1818, et son ouvrage publié en 1831 a connu deux rééditions (1846, 1864), preuve qu'il répondait à un besoin. Il affirme avec force que la vie n'existe que là où il y a organisation, qu'elle n'est pas séparable de la matière organisée et que ses actions sont de nature physico-chimique. Il n'y a aucune place pour une force vitale surajoutée ; les notions de vie et d'organisation se confondent. Comme nombre de physiologistes et de cliniciens du XIX^e siècle (Magendie, Claude Bernard, Piorry, Poggiale), il reconnaît l'existence de propriétés dites vitales mais constate aussi que, sous la poussée des progrès de la chimie, elles finissent par acquérir un contenu matériel. Comme tout le monde scientifique de son temps, il attache une importance particulière à l'action du système nerveux, agent principal des manifestations de la vie (1), mais toutes les fonctions sont l'effet de l'activité des organes et c'est leur ensemble qui constitue la vie. Quant aux lois qui les dirigent, elles relèvent en fin de compte de la physico-chimie.

Tout en faisant du Créateur l'horloger « qui a construit l'horloge », il s'empresse d'ajouter, en le soulignant, que le pouvoir de l'horloge « n'est pas une *propriété à part* », « une *qualité surajoutée*, c'est la machine mon-

tée » (2). Adaptant l'idée cartésienne de la chiquenaude initiale aux besoins de sa propre cause, Rostan met la médecine à l'heure de la physiologie qui l'avait devancée dans l'acceptation de la conception mécaniste de l'organisation.

* * *

b) *Organisation et chimie.*

Depuis le ^{xvi}^e siècle, à la suite de Césalpin, les naturalistes avaient acquis la certitude que les organismes dérivait d'une substance universelle, appelée *mucilagineuse* si elle était d'origine végétale, ou *gélatineuse* si elle était extraite des tissus animaux. Cette substance a été identifiée chimiquement au gluten par Beccari, au ^{xviii}^e siècle, qui l'avait extraite des graines de graminées. La propriété de dégager de l'alcalin volatil par l'action du feu témoignait de sa nature animale, mais sa présence dans les deux règnes lui valut le nom de végéto-animale, donné par Rouelle. Le rôle physiologique qu'on lui attribuait était considérable : elle avait une action génératrice, et c'est d'elle que provenaient les molécules organiques de Buffon, les animalcules de la substance verte de Priestley, et les corps vitaux de Needham. L'embryon dérivait et nageait dans cette substance au cours du développement, et les premières ébauches vivantes de Lamarck y trouvaient leur origine ; chez l'individu formé, elle était à l'origine du tissu cellulaire générateur et nourricier de tous les autres tissus, et finalement des organes. De même, c'est elle qui procédait aux réparations dans l'organisme lésé. Dans l'esprit des naturalistes du ^{xviii}^e siècle cette substance se trouvait associée aux anciens éléments classiques, la terre par exemple, mais elle seule bénéficiait des propriétés vitales, et Haller y avait logé l'irritabilité de la fibre musculaire.

L'avènement de la nouvelle chimie des éléments avait fait perdre toute signification aux anciens éléments hérités des Grecs et considérés comme fondamentaux : l'air, l'eau, la terre, parce qu'ils s'étaient avérés être, par les procédés analytiques de Lavoisier, des corps composés. Il n'en fut pas de même de la substance gélatineuse génératrice, qui avait prolongé son existence jusqu'en plein ^{xix}^e siècle. Le blastème de Schwann, et d'autres auteurs, s'y rattache.

On s'est tourné naturellement vers les nouveaux éléments chimiques pour expliquer la composition des parties constitutives de l'organisme vivant. La découverte la plus inattendue a été la constatation que l'organisme vivant était constitué des mêmes éléments que les minéraux, mais en nombre réduit, malgré sa plus grande complexité : pas plus de seize au moment où la table initiale de Lavoisier, de trente-trois éléments, avait presque doublé le nombre des éléments chimiques connus. Il y avait de plus une sélection définie : l'oxygène, l'hydrogène, et surtout l'azote qui prédominait chez les animaux, et le carbone prédominant chez les

plantes. On avait même espéré en faire un critère différentiel entre les deux Règnes, mais aucun de ces deux éléments n'était exclusif de l'autre. D'autres éléments, le phosphore et le soufre en particulier, suivaient les précédents dans la composition de l'organisme.

Une autre conséquence de cette découverte a été l'explication de la nature des échanges entre l'organisme et le milieu environnant, qu'on a fini par réduire à des formules simples, trop simples même. Il en est résulté que la nutrition, et son corrolaire l'animalisation, ainsi que la respiration, devenaient accessibles au contrôle expérimental par le moyen des bilans d'ingesta et d'excreta limités aux quatre éléments principaux, et en ignorance complète des corps intermédiaires.

Ce facteur commun aux corps minéraux et organisés n'expliquait pas la nature foncièrement différente de la chimie de l'organisme, plante ou animal, et la chimie de la fin du XVIII^e siècle connaissait l'existence de substances comme la fibrine et l'albumine, sans équivalent chez les minéraux. D'ailleurs, de nouvelles substances de la même catégorie étaient découvertes avec une fréquence accrue. La conclusion qui s'imposait était que, si les différences ne portaient pas sur les éléments mêmes, elles devaient porter sur leurs combinaisons.

Progressivement se fait jour l'idée que l'organisation suppose l'existence de substances chimiques organisées. On savait depuis Bichat qu'il existait des corrélations entre les différents tissus et les réactifs physico-chimiques, très rudimentaires, employés pour leur identification, mais il s'agissait tout au plus d'une indication, non d'une explication causale. Un essai d'explication devait résulter de l'idée de principes immédiats, établie par le chimiste Venel en 1752, mais qui appartenait peut-être à son maître Rouelle. Venel considérait que les principes immédiats, les résines par exemple, étaient des substances composées, ce qui assurait leur spécificité, mais qui pouvaient être soumises à l'analyse chimique (1). Mais les moyens de son temps ne lui permettaient pas de pousser bien loin l'analyse, malgré la substitution des menstrues à l'action du feu.

L'étude systématique des principes immédiats sur une base expérimentale commence avec Chevreul. Il applique l'analyse chimique à l'étude de la saponification des graisses animales avec les alcalis (1813-1818). Les recherches aboutirent à l'isolement d'un ensemble de corps gras nouveaux et d'une nomenclature nouvelle : cholestérine, stéarine, cétine, acides margarique, oléique, etc...

Les principes immédiats présentent des caractères très particuliers : ils sont propres à la matière vivante, solide et liquide, et n'ont pas d'équivalent dans le Règne minéral ; constitués des mêmes éléments chimiques que ces derniers, ils en diffèrent par leur arrangement particulier ; les proportions des éléments qui constituent chaque principe immédiat en particulier sont fixes, mais ils sont susceptibles de s'unir entre eux à condition que leurs propriétés ne se neutralisent pas mutuellement, point sur lequel Chevreul insiste ; mais il insiste surtout sur leur grande instabilité. Ce dernier caractère est très important parce que les principes

immédiats représentent les derniers corps chimiques compatibles avec la vie, et leur réduction à des corps plus simples leur ferait perdre cette spécificité. L'instabilité résulte de l'action de l'organisation, condition essentielle pour que les échanges à l'intérieur de l'organisme aient lieu ; en terminologie future, le métabolisme n'aurait pas lieu en absence de cette instabilité. La fixité chimique est incompatible avec la vie.

Des anatomistes, qui avaient élargi leurs vues au-delà du cadre étroitement descriptif de leur spécialité, espéraient trouver dans les principes immédiats les unités formatives de l'organisation, en les transférant de la chimie à l'anatomie ; ils espéraient aussi fonder ce que Blainville appelle *anatomie moléculaire ou chimique*, qu'il distingue de l'*anatomie textulaire*, les deux faisant partie de l'anatomie des animaux (2). Charles Robin reprend l'idée et l'amplifie sous le nom de *chimie anatomique*. Il la pousse même à l'extrême en faisant de la *stoéchiométrie* une branche de l'anatomie (3). L'analyse chimique devient l'équivalent de la dissection dont il s'agit de suivre la topographie.

En 1822, Blainville pose en principe qu'il faut distinguer entre les différentes propriétés de la matière dans ses rapports avec les corps organisés. Une différenciation s'impose entre les propriétés physiques et chimiques. Les premières sont communes à toute matière, organisée ou non ; elles ne peuvent donc pas servir de critère différentiel. Par contre, la chimie trace une ligne de démarcation nette entre les deux états de la matière, parce qu'à la fixité des corps binaires, qui assure l'homogénéité des minéraux, s'oppose la mobilité des corps ternaires et quaternaires qui caractérisent les corps organisés. Cette interprétation n'est pas incompatible avec l'anatomie classique, à laquelle la chimie se surajoute. La première assure la stabilité de l'organisme, la seconde explique l'incessante mobilité qui a lieu à l'intérieur des organes dans l'accomplissement de leurs actions. C'est l'ancienne image du fleuve d'Héraclite, qui reste le même mais dont l'eau change sans cesse. D'ailleurs, pour les anatomistes, les principes immédiats se trouvent dans des rapports topographiques définis à l'intérieur des organes, comme les organes le sont entre eux. On arrive ainsi à la jonction de deux sciences différentes, la chimie et l'anatomie, ou plus exactement l'histologie, c'est-à-dire au niveau de la plus grande simplicité anatomique et de la plus grande complexité chimique, suivant la remarque de Littré. Il restait à expliquer le passage du chimique à l'histologique, un problème plein d'embûches qui, à trop d'égards, dépassait les possibilités de la science de l'époque.

Un premier écueil était la tentation d'expliquer les phénomènes biologiques en termes de chimie, et de ses lois particulières, que les adeptes de la chimie anatomique ont su éviter. Qu'il s'agissait d'un problème d'actualité, on peut le voir dans le fait que des chimistes illustres de l'époque, Liebig et Dumas en tête, ont succombé à cette solution de facilité (4), parce qu'à l'encontre des chimistes minoritaires comme Berzelius et Chevreul, ils n'ont pas su différencier entre l'explication chimique et le fait physiologique, erreur que des historiens continuent à perpétuer. Il

est à remarquer que ceux qui ont abordé le problème des rapports entre la chimie et l'anatomie sont des positivistes, en commençant par les chefs de file : Blainville le premier, Robin, Littré et Auguste Comte lui-même, auxquels il faut ajouter l'Allemand Jacob Henle. Il serait superflu d'insister sur l'importance que les positivistes attachent à la connaissance du fait scientifique et de ses lois, ainsi qu'à l'expérience qu'ils ne veulent pas dépasser pour éviter de tomber dans des hypothèses qui les mèneraient à la métaphysique. Les positivistes sont prémunis contre toute confusion, parce qu'ils voient dans les rapports entre la chimie et l'histologie une justification de leur conception de la hiérarchie des sciences. Ils insistent sur le fait que la chimie est une science inférieure à la biologie, ainsi qu'il résulte d'une comparaison de la nature de leurs phénomènes et de l'ordre d'apparition de ces sciences dans l'histoire. Ils se rendent compte que la chimie comporte des limites, qu'elle est un outil d'exploration de l'organisme en profondeur en déterminant la nature et les proportions des principes immédiats de chaque tissu, muscle, nerf, etc., mais que l'interprétation des phénomènes doit répondre aux impératifs de la biologie.

Deux problèmes devaient être résolus, l'un d'ordre chimique — le passage des éléments chimiques simples aux principes immédiats complexes — ; l'autre — la transformation des principes immédiats en éléments anatomiques — le passage du chimique au structurel. La science de l'époque n'était pas en mesure de résoudre ces problèmes, d'ailleurs judicieusement posés.

Le passage du simple au composé nécessitait le concours de la chimie organique à une époque où elle était surtout minérale. La marche inverse, la réduction du composé au simple, était facile mais la chimie de synthèse était inexistante. Des réussites partielles, comme la synthèse de l'acide acétique par Kolbe (1845), et même la série de synthèses d'hydrocarbures par Berthelot (1858-1860), montraient la voie mais étaient loin de la synthèse des principes immédiats. Quant à l'urée obtenue artificiellement par Wöhler (1828), et qu'on cite volontiers en exemple, elle ne fut pas obtenue par synthèse en partant de corps simples, mais par une réaction entre deux corps composés (5). La chimie du jour ne voyait que les substances, tandis que l'organisme offrait des processus rapidement changeants, et la chimie biologique n'était pas encore constituée. A la question posée par les combinaisons des quatre éléments chimiques : carbone, azote, hydrogène et oxygène, l'organisme répondait avec les quatre-vingt-seize principes immédiats reconnus par Robin, sans la moindre indication des mécanismes qui aboutissaient à ces transformations. Cependant, la découverte du glycogène par Claude Bernard montrait l'existence chez les animaux du pouvoir de synthèse chimique. L'isomérisie et la polymérisie sur lesquelles Henle attire l'attention, augmentent les difficultés : les mêmes corps, les sucres par exemple, possèdent les mêmes quantités de carbone, hydrogène et oxygène, mais les configurations sont différentes.

Les données de la chimie menaient à la constatation dialectique que

rien ne se produit dans l'organisme sans son opposé, que tout est en état de composition et de décomposition permanente, un état conditionnant l'autre. C'était l'ancien va-et-vient « moléculaire », le tourbillon vital, le double mouvement ou *Stoffwechsel*, qui commençait à recevoir un contenu chimique marqué par la loi de composition et de décomposition simultanée. Il n'y avait pas de vie en dehors de cet équilibre instable dont l'animisme et le vitalisme avaient essayé de rendre compte. Les anatomistes étaient arrivés à une conception très claire de la nutrition, la plus chimique des fonctions reconnaît Blainville après bien d'autres, et que la physiologie générale en voie de constitution devait montrer être la fonction la plus universelle chez l'être vivant, comme Aristote l'avait reconnu scientifiquement le premier. La nutrition attestait du caractère vital de ces substances et expliquait leur présence dans l'architecture de l'organisme, d'où l'importance que lui attachent les anatomistes.

La nutrition et sa conséquence immédiate, l'animalisation, n'étaient pas le problème spécifique de la chimie anatomique mais montraient la voie à suivre. Le problème fondamental était la transition du chimique à l'anatomique, des principes immédiats à ce qu'on appelait les éléments anatomiques, notion vaste et disparate qui englobait à côté des cellules, des fibres et des inclusions de toute sorte, voire le nucléus et le nucléole considérés comme les structures formatives les plus simples de l'organisme. Cette confusion, qui sera réglée en faveur de la cellule bien après la publication de *Mikroskopische Untersuchungen* (1839), a moins d'importance pour la discussion en cours que l'ignorance où l'on se trouvait de l'histogenèse en général et de la genèse de la cellule en particulier. L'*omnis cellula a cellula* de Virchow a mis du temps à s'imposer. Même le problème, apparemment plus simple, des échanges entre les principes immédiats des liquides et des solides dans le même organisme, n'avait pas reçu de solution. Le blastème avait encore cours ; il était considéré comme le produit de l'assimilation qui augmentait la masse des éléments anatomiques préexistants ; pour Robin, il se ramenait aux principes immédiats, ce qui intégrait ceux-ci à la nutrition. C'était la difficulté de reconnaître la spécificité de la substance initiale dans les organismes qui avait fait dire à Cuvier que la forme était plus importante que la matière. Pareil point de vue n'était pas acceptable par les adeptes de la chimie anatomique, avec leur philosophie positive.

Tout en reconnaissant les limites de la connaissance scientifique, les « hiatus » suivant l'expression de Littré, ceux-ci s'en tiennent solidement aux quelques données indiscutables que leur offre la science, et qui leur semblent suffisantes pour adopter une interprétation matérialiste des phénomènes de la vie. Si Blainville pose les principes du problème pour passer rapidement à la physiologie et à la classification, si Robin élabore dans le détail la chimie des principes immédiats, c'est Littré qui pèse la valeur des arguments.

Une première certitude est que l'organisation s'insère entre la chimie et la vie, dont il serait inutile de donner une définition parce qu'elle ne se

reconnaît qu'à travers l'organisation et ses activités : « La vie est une propriété de la matière organisée » (6).

Une deuxième certitude est la dépendance de la vie vis-à-vis de structures chimiques définies. Les limites de la connaissance en la matière n'empêchent pas une affirmation aussi péremptoire parce que la matière organisée, quelle que soit sa structure intime, contient des éléments, carbone, azote, hydrogène et oxygène ; la vie est indirectement, mais indissolublement, liée à leur présence. Elle est donc immanente à la matière : la condition de son existence est la matière organisée. Il n'y a pas d'autre substance particulière qui bénéficie de la vie, pas de matière nouvelle, sauf dans la forme, mais non dans ses éléments constitutifs. La vie doit comprendre nécessairement trois ou quatre de ces éléments, si répandus dans la nature. On savait, par exemple, depuis Berthollet (1780), que moins une substance contenait d'azote, moins elle était animalisée ; il y avait donc parallélisme entre cette présence et certaines propriétés.

A ce point, un problème capital se pose : les propriétés vitales n'étant pas celles des quatre éléments chimiques, comment les expliquer ? Littré a la notion claire que des qualités nouvelles de la matière surgissent avec l'apparition de niveaux structurels plus complexes. Il s'agit, en fait, de la loi de la *transformation de la quantité en qualité*, bien connue depuis Hegel, qui s'appuie fortement sur les données de la chimie mais qui est applicable à toutes les sciences sans distinction.

Pour se tenir aussi près que possible du concret, Littré se demande si, en fin de compte, la réponse ne sera pas apportée par le *sarcode* (*protoplasme*), découvert par Dujardin (1835), et dont la composition chimique comporte des potentialités biologiques multiples et variées. Dans les années 1860-1870, le protoplasme avait relégué à l'arrière-plan toutes les autres structures de la cellule pour devenir le substrat des phénomènes vitaux, manière de voir qu'on retrouve chez Claude Bernard, Schultze, Thomas Huxley, et plus tard Haeckel. Cette voie pourrait mener à l'explication de la génération spontanée par genèse chimique, proposition avancée à l'époque où Pasteur venait de gagner la manche contre Pouchet.

Les adeptes de l'anatomie chimique ne sont pas arrivés à leur fin, qui était de « connaître le nombre, la nature et les proportions des principes qui constituent telle ou telle partie du corps » (7), suivant le plan établi par Robin, c'est-à-dire des muscles, nerfs et autres tissus, dont devait résulter une meilleure connaissance de leurs activités. Pour cela, on aurait dû connaître l'origine endogène des principes immédiats et leur devenir à l'intérieur de l'organisme. Les critiques n'ont pas manqué à l'adresse de Blainville et Robin, et Claude Bernard leur reproche discrètement d'avoir inventé la chimie anatomique (8). Ni ensemble, ni séparément, la chimie et l'anatomie ne sauraient expliquer les phénomènes physiologiques, ce qui était leur but ultime (9).

Une des caractéristiques du XIX^e siècle scientifique a été de poser les problèmes correctement, c'est-à-dire en termes appropriés à la réponse attendue, même si celle-ci appartenait encore à l'avenir. La réponse n'a été

qu'en partie celle qu'attendaient les anatomistes positivistes. La chimie biologique devait confirmer l'existence de différences dans la composition chimique des tissus, fondée sur des composants ternaires et quaternaires, sans apporter l'explication du caractère physiologique de leur action. La physiologie devait montrer, de son côté, que le caractère si particulier des réactions chimiques chez les êtres vivants, sans équivalent dans le monde minéral, lui était imprimé par l'organisation, sans toutefois les soustraire aux lois naturelles du monde minéral.

* * *

c) *L'organisation, cadre des activités vitales.*

Une des plus belles conquêtes de la physiologie du xix^e siècle a été de poser le problème des rapports entre l'organisation et les phénomènes dont elle est le siège sur une base scientifique inconnue auparavant. Elle assignait à chaque discipline : anatomie, physique, chimie, physiologie, la place qui lui revenait dans l'ensemble des manifestations vitales. Les lois qui régentaient chacune de ces disciplines étaient reconnues, mais on reconnaissait en même temps la spécificité des phénomènes vitaux, soumis à leurs propres lois. Il s'agissait, en fait, d'une synthèse nouvelle de leurs rapports, synthèse qui a été mal comprise par certains historiens qui ne possédaient pas la formation scientifique nécessaire, trompés par une terminologie périmée et inadaptée aux besoins nouveaux, dans laquelle la conservation du mot vitalisme, problème sémantique, induisait en erreur sur la nature des phénomènes vitaux, problème physiologique (1). Ce progrès a été possible grâce à l'application d'une méthode expérimentale bien codifiée qui a permis de *fixer* la fugacité des phénomènes vitaux que Bichat avait déclarés insaisissables à cause de leur extrême mobilité, ce qui rendait ardue la tâche de la physiologie comme de la biochimie naissante. Le résultat le plus important de l'application de la méthode expérimentale au problème en discussion a été de montrer que les réactions physiques et chimiques ayant lieu dans le cadre de l'organisation suivaient des voies propres, déterminées par ce qu'on pourrait appeler les instruments de travail propres à l'organisation, et inconnues dans le monde minéral. Cette application a abouti à deux acquisitions scientifiques de première importance : d'une part, montrer que les phénomènes vitaux suivaient une marche régulière, seule compatible avec le fonctionnement d'une machine qu'on pouvait soumettre au contrôle expérimental ; d'autre part, approfondir leur nature, qui était celle d'une chimie à caractères particuliers. Entre une machine qui, par définition, ne s'accommode que d'une explication mécaniste de son fonctionnement, et les conceptions matérialistes qui depuis Lavoisier et Magendie s'imposaient progressivement en physiologie, l'idée que les phénomènes physico-chimiques affectaient des voies différentes dans

l'organisme vivant, commençait à se faire jour. Exemples et démonstrations venaient des expérimentateurs.

Un premier exemple, admirable par sa précision et sa valeur démonstrative, est proposé par Dutrochet. L'argument est analogique, emprunté à la chimie minérale, mais transposé avec bonheur à l'organisme vivant auquel il sert de modèle pour montrer les conditions des opérations qui s'y produisent. Dutrochet part de la constatation que l'organisme vivant représente un phénomène « temporaire » par rapport à l'immutabilité du monde minéral. Depuis Aristote, on caractérisait la vie par ce phénomène lié à la nutrition, la génération et la croissance. Le caractère de durée qui contrastait dans les deux Règnes avait frappé les naturalistes, Buffon, Lamarck et Blainville étant du nombre. Dutrochet rattache à ce caractère de la vie un autre plus saisissant encore, qui est d'être un phénomène « exceptionnel ». Il s'agit de déterminer ce qui confère aux phénomènes vitaux ces caractères si particuliers qui rendent leur existence possible, mais dont le prix est d'imposer des limites à leur existence. Les conditions spéciales de manifestation des phénomènes de la vie, avec leurs caractères « temporaire » et « exceptionnel » (2), étaient accessibles à l'expérimentateur qui pouvait les reproduire au laboratoire. Dutrochet se sert de la découverte de Humphrey Davy (1807) qui avait obtenu du potassium en décomposant la potasse par des procédés électrochimiques. Or, le potassium n'existe pas à l'état pur dans la nature, étant vite oxydé, mais on peut l'obtenir en changeant les conditions habituelles de son état. En plaçant la potasse dans un tube fermé et chauffé en présence de fer, l'oxygène se porte sur le fer et libère le potassium à l'état pur. Le potassium subsistera dans le tube aussi longtemps que les conditions de l'expérience persisteront et le mettront à l'abri de l'action des agents extérieurs. C'est l'image même de ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme, où toute une série de réactions peuvent se produire, de nouveaux corps chimiques autrement inconnus prendre naissance et agir, grâce à l'organisation qui les tient à l'abri de l'intervention d'agents qui empêcheraient leur genèse et leur action. Les phénomènes n'en sont pas moins physico-chimiques, mais leurs causes sont modifiées par des circonstances particulières à l'organisation qui, elles aussi, sont d'ordre physico-chimique. Il n'y a pas lieu de faire intervenir une force vitale étrangère à l'organisme : « L'opinion assez généralement admise que le mouvement vital est dû à un agent tout à fait étranger aux corps minéraux m'a toujours paru indigne de la philosophie de la science » (3). Le mouvement, sans une intervention musculaire de la sève ou sous l'effet d'un tropisme, était pour Dutrochet la manifestation qui caractérisait la vie, dont l'endosmose représentait un des mécanismes. Son attitude antivitaliste n'était pas une simple prise de position philosophique, mais une certitude que l'homme de science acquiert par l'étude objective des phénomènes naturels (4).

A l'argument analogique, Dutrochet ajoute un argument scientifique qu'il puise dans sa découverte si originale de l'endosmose et de l'exosmose. Il s'agit d'un phénomène d'une nature très particulière, dont rien ne faisait

prévoir l'existence chez les êtres vivants. Commun aux animaux et aux végétaux, il obéit non pas à des lois physiologiques mais à des lois physiques exclusivement. Chose plus extraordinaire encore, il n'a pas d'existence chez les minéraux dans les conditions naturelles. L'explication de ce phénomène si particulier réside dans l'organisation. Seul le corps vivant est compartimenté en cellules ou vaisseaux séparés par des membranes filtrantes contenant des liquides de densités différentes, qui déterminent le sens du mouvement et le transfert de leur contenu vers les compartiments à densité de plus en plus grande. Cette découverte a même été le point de départ de la recherche d'autres phénomènes soumis aux lois physiques, se manifestant exclusivement chez le vivant. L'endosmose, qui éclaire d'un jour si nouveau les conditions particulières créées par l'organisation, est un phénomène physique qui se présente à l'expérimentateur sous un aspect uniforme, caractère propre aux phénomènes physiques, contrastant avec l'enchevêtrement des phénomènes soumis aux lois biologiques. Il fallait pousser l'analyse plus loin et montrer, de plus, comment l'organisation crée et dirige les actions multiples et diversifiées, répondant chacune à son déterminisme propre. Ce pas en avant a été possible grâce à l'application de méthodes chimiques alliées à la vivisection. Dans l'étude de l'organisme vivant, la chimie est plus nuancée que la physique, et plus conforme à la nature des phénomènes vitaux.

* * *

d) *L'Organisation, cadre des activités spécifiques des phénomènes vitaux.*

La démonstration irréfutable, parce que la plus scientifique, du caractère particulier que revêtent les phénomènes chimiques chez les êtres vivants, et de leurs rapports avec l'organisation, appartient à Claude Bernard. Elle résulte de l'attitude qu'il adopte dès ses premiers travaux expérimentaux, et qui traduit des qualités de physiologiste qu'aucun de ses prédécesseurs et contemporains n'a égalé (*). Il pense les problèmes en physiologiste, sans se laisser séduire par les explications d'une nature différente, anatomique, chimique, physique ou vitaliste, qui se disputaient

(*) L'historien F. Holmes, très élogieux à mon égard par ailleurs, me reproche de penser que Claude Bernard était unique dans sa spécialité, idée qu'il n'accepte pas. Par exemple, Spallanzani et Ludwig ont pu l'égaliser. C'est la chance de Newton et d'Einstein que Holmes ne s'intéresse pas à leurs travaux, sans quoi il prétendrait qu'ils n'étaient pas uniques. Il est certain que Holmes ne comprend pas le sens de ce mot qui s'applique à des moments définis de l'histoire. C'est pourtant Claude Bernard qui a dit qu'il était un produit de son temps, et qu'arrivé plus tôt il n'aurait pas fait ses découvertes. C'est encore lui qui a affirmé qu'il découvrirait ce qu'il ne cherchait pas, aveu d'une franchise admirable, possibilité que lui offrait sa méthode expérimentale qui n'aurait pas pu être forgée à une époque antérieure. Ce fut le cas pour la glycogénèse hépatique et pour le système vaso-moteur.

la primauté dans l'interprétation scientifique de son temps. La note dominante chez le vivant est le processus changeant, et non les éléments qui en dépendent. Cette idée s'appuie sur un argument majeur : elle tient compte du fait qu'un organe n'est pas toujours le même du point de vue fonctionnel, qu'il y a des *états physiologiques* variables d'un moment à l'autre, ce qui fait que les réactions chimiques dont il est le siège subissent le contre-coup de ces variations. Dès ses premiers travaux (1843), les variations de l'état de la muqueuse gastrique le mettent en garde contre le chimisme d'un Liebig et d'un Dumas, de même qu'elles le rendent méfiant envers les physiologistes qui réduisent la physiologie à la physique, en suppléant à l'analyse des phénomènes par la profusion des appareils (1). Même la chimie et l'anatomie sont pensées physiologiquement, trait qui lui est propre. Les exemples suivants donnent une idée des différences possibles entre les mêmes réactions, à l'intérieur de l'organisme et hors de lui.

Le premier exemple est la réaction entre le prussiate jaune de potasse et le lactate de fer. Les deux substances se combinent pour donner la réaction caractéristique du bleu de Prusse. D'ailleurs, le prussiate était employé dans l'industrie dans ce but. La marche des réactions à l'intérieur de l'organisme est très différente. Si on les injecte en même temps dans deux veines différentes chez le Lapin, les deux substances se rejoignent dans l'oreillette droite avant de passer dans la grande circulation. Cependant aucune réaction n'a lieu à l'intérieur de l'organisme ; la réaction bleu de Prusse que la chimie faisait prévoir ne se produit pas, sauf dans l'estomac et dans la vessie urinaire, organes dont le contenu est extérieur à l'organisme (*). Comment expliquer ces différences. Dans le sang, le lactate de fer se combine avec l'albumine et le prussiate de potasse reste libre. De plus, la réaction du sang est alcaline. Éliminées de l'organisme, les deux substances se combinent si elles se trouvent en milieu acide, condition remplie dans l'estomac et la vessie urinaire, d'où la propriété de ces deux organes de donner la coloration bleu de Prusse. Les expériences *in vitro* confirment cette interprétation. Le mélange lactate de fer-sérum sanguin empêche la réaction bleu de Prusse de se produire. L'acidification et le chauffage coagulent l'albumine, qui libère le lactate de fer, et la réaction a lieu (2).

Les cyanures fournissent un autre exemple. Le cyanure de fer et le ferrocyanure de potassium injectés dans l'organisme n'ont aucune action

(*) La notion d'états physiologiques changeants a échappé aux historiens de Claude Bernard. C'est ainsi que M. Grmek écrit que, pour Claude Bernard, le tube digestif « appartient au monde extérieur et non à l'organisme propre » (Colloque Claude Bernard, Collège de France, 1965.) Il s'agit d'une confusion inadmissible entre le tube digestif et son contenu d'aliments non digérés.

Les vues de F. Holmes ne sont pas plus acceptables. Les historiens de la physiologie ne se rendent pas compte que la compréhension des problèmes expérimentaux nécessite une formation pratique de physiologiste, que la main qui travaille pense autant que la pensée qui la guide et qu'elle guide à son tour. Les erreurs de fait et d'interprétation qui en découlent défont l'histoire de la physiologie.

nocive. Il n'en est pas de même des cyanures de mercure et de potassium qui, ingérés, sont très toxiques parce qu'ils sont décomposés et libèrent de l'acide cyanhydrique, action favorisée par l'acidité gastrique. Injectées, ces substances produisent le même effet parce que, lors de la traversée du poumon, elles trouvent les conditions requises pour libérer de l'acide cyanhydrique qui passe dans la grande circulation (3). Il en résulte que les réactions ne sont pas les mêmes, dans l'organisme et hors de lui, ni avec les diverses substances appartenant au même groupe chimique. Ces résultats n'étaient pas prévisibles par les lois connues de la chimie ; l'organisme favorise certaines réactions et s'oppose à d'autres, c'est un fait fondamental. Le physiologiste, à l'encontre du chimiste, ne s'intéresse pas à la réaction terminale, mais aux conditions qui déterminent la marche de la réaction dans l'organisme, c'est-à-dire aux mécanismes.

Le caractère particulier des réactions chez le vivant ne se limite pas à la chimie ; l'anatomie et la physique y sont soumises à leur tour à l'emprise de l'organisation qui sert de cadre à leur déroulement. Quelques exemples mettent en évidence cette situation.

L'existence de deux sortes de nerfs, moteurs et sensitifs, était bien établie depuis la démonstration expérimentale de Magendie (1822). En réalité, les deux se ramènent au même type d'organe, ainsi que l'avait démontré Du Bois-Reymond. Expérimentalement, l'influx nerveux est transmis dans tous les sens dans les deux catégories de nerfs, sans suivre le sens habituel qui va du nerf sensitif au nerf moteur. Les facteurs fonctionnels de l'organisation du système nerveux déterminent la direction de l'influx nerveux à l'état normal ; c'est donc l'organisation qui lui imprime sa marque.

Le même nerf, le facial, sectionné chez le Lapin, le Chien ou l'Homme, produit une paralysie faciale sans autre conséquence. La même opération pratiquée chez le Cheval entraîne la mort par asphyxie. Tout s'explique si l'on tient compte des conditions particulières de l'organisation chez cet animal. Le Cheval ne respire pas par la bouche, à cause de la disposition particulière du voile du palais et de l'épiglotte. Il respire par les narines qui, innervées par le facial, s'affaissent après la section du nerf, d'où mort par asphyxie (4). L'anatomie ne laissait pas prévoir ce résultat.

On peut multiplier les exemples, comme de mettre un animal à sang chaud, tel le Lapin, dans l'état d'une Grenouille, par simple section de la moelle épinière, ce qui entraîne une baisse de la respiration et des combustions et ramène le lapin au même état physiologique que la grenouille (5). On peut rapprocher de cet exemple la critique que fit Claude Bernard des expériences de Vulpian, pour qui les nerfs des animaux poïkilothermes et homéothermes ont des propriétés différentes. Ramenés à la même température, leurs propriétés sont les mêmes. Aucun de ces résultats n'est prévisible par les lois de l'anatomie.

La conclusion est la même pour tous les exemples cités. Elle met en évidence la nécessité de connaître les conditions particulières de la manifestation de chaque phénomène pour aboutir à son déterminisme. Pour

arriver à ce résultat, il est nécessaire de connaître les instruments dont l'organisme dispose, ainsi que leur manière d'opérer. Reconnaître ces instruments et leur jeu est l'objet d'étude du physiologiste.

Les exemples cités appartiennent à la physiologie spéciale des Mammifères dont l'éventail des réactions est facile à reconnaître, grâce aux nombreux organes dont chacun remplit une fonction définie. Mais en même temps, ces organismes supérieurs sont trop encombrés anatomiquement, et leurs fonctions trop enchevêtrées, pour permettre de reconnaître les phénomènes fondamentaux de ce qu'on appelle vie. Par ailleurs, les instruments qui accomplissent la même fonction dans les différents groupes animaux sont trop diversifiés ; Claude Bernard donne à ce propos le même exemple qui avait frappé Aristote, à savoir la locomotion. Elle s'accomplit par la marche, le vol, la reptation et la nage, c'est-à-dire par de multiples moyens pour le même résultat, et il n'est pas possible dans ces conditions de reconnaître l'instrument du mouvement. Il en est de même de l'irritabilité s'accomplissant sans système nerveux, ou de la respiration, où plantes et animaux utilisent des moyens très divers pour atteindre le même but. Pour reconnaître les phénomènes fondamentaux de la vie, il faut identifier les instruments communs à tous les êtres vivants, ce qui ne pouvait se faire qu'en considérant l'organisation la plus simple, que Claude Bernard appelle les éléments anatomiques, pour la ramener finalement à la cellule, puisque les tissus et les organes des animaux supérieurs résultent de combinaisons de cellules. L'animal supérieur contient la structure de l'animal inférieur, mais la réciproque n'est pas vraie. Ainsi, le passage se fait du particulier au général, de la physiologie spéciale qui a posé les problèmes et a servi de guide, à la physiologie générale qui va résoudre les problèmes. Une fois de plus, aucun physiologiste n'a eu une conception aussi claire de ces problèmes, les pensant suivant une logique biologique, sans rapport avec la logique formelle, pour aboutir à la création d'une science nouvelle, la *physiologie générale*.

Claude Bernard a trouvé le terrain préparé en partie. Sans parler des avantages qu'il a tirés de la découverte des tissus et de la cellule, des procédés de vivisection et de chimie, surtout de sa propre méthode expérimentale (6), il a bénéficié des jalons posés au XVIII^e siècle, qui avaient élargi le champ des sciences de la vie. L'expérimentation chez les Invertébrés augmente selon une cadence accrue, et il est bon de constater avec quelle facilité ses praticiens, des naturalistes théistes comme Trembley, Needham, et surtout Bonnet, ont adopté une attitude matérialiste en substituant à l'âme immatérielle, directrice des activités de l'organisme, la très matérialiste irritabilité de Haller, apparemment sans tourments métaphysiques (7). Dans les rapports entre la matière et la vie, même ceux qui considéraient celle-ci comme une entité non matérielle, reconnaissaient qu'elle ne pouvait se manifester qu'à travers un corps organisé (Bourguet, Buffon, Bonnet, Spallanzani). Claude Bernard ne parlera pas autrement, mais au conditionnel et sans y croire : si la vie est une cause première, « Cette cause se manifeste par l'organisation » (8). Par ailleurs,

plus la physiologie s'écartait de l'homme pour embrasser les formes simples de la vie, plus elle s'éloignait de la métaphysique pour s'acheminer vers le matérialisme, et l'abandon du modèle que constituait l'homme simplifiait l'interprétation des phénomènes. On verra que pour Claude Bernard l'organisation des formes simples constitue un argument puissant dans le rejet du vitalisme.

L'importance de l'organisation est soulignée d'emblée. Elle est promue au premier rang des caractères différentiels qui distinguent les corps vivants des corps bruts. Elle devance même la génération et la nutrition, considérées depuis Aristote comme deux aspects du même problème et qui, traditionnellement, départageaient le monde vivant et le monde minéral. Mais l'organisation n'est pas une notion univoque. Il y a le point de vue du naturaliste et de l'anatomiste, pour qui l'organisation est le fil conducteur qui conduit à l'identification du plan de la nature, en vue d'une classification rationnelle des plantes et des animaux. Tout autre est le point de vue du physiologiste, et Claude Bernard a toujours rejeté l'immixtion des classifications des zoologistes, qu'il considérait comme une entrave à la pensée physiologique libre. Il adopta la même attitude vis-à-vis des anatomistes pour qui la physiologie était encore une *anatomia animata*, conception dépassée à son époque (9).

La définition de l'organisation répond au postulat chimique : c'est un mélange de substances complexes réagissant les unes sur les autres (10), mais ni les modalités de leurs arrangements dans les organes, ni leur nature, n'arrêtent Claude Bernard. Il lui suffit de savoir que l'arrangement se fait conformément aux lois de la chimie, donc suivant des lois naturelles, que de là résultent leurs propriétés qui sont, par conséquent, immanentes à la matière, et d'où tout vitalisme est exclu. Ces substances sont produites dans toute leur complexité par l'organisme ; c'est cela qui leur confère le caractère vital (11). Ces substances sont les principes immédiats, et le point important c'est qu'elles sont très réactives, et ne tombent jamais à l'état « d'indifférence chimique ». Ce phénomène est lié à la nutrition, à laquelle l'organisation offre le cadre de manifestation et fournit les instruments qui l'accomplissent. Cette nutrition présente les phases bien connues d'assimilation et de desassimilation, mais l'originalité de Claude Bernard est de considérer ces phases comme deux manifestations du même phénomène, se conditionnant l'une l'autre, aucune n'étant concevable séparément. D'autres physiologistes s'étaient écartés de la conception de forces antagonistes de nature différente expliquant ces phénomènes — Magendie et Dutrochet en sont des exemples — ; l'originalité de Claude Bernard est d'en avoir apporté la preuve expérimentale, et démontré le mécanisme. Ses études sur la glycogénèse hépatique lui ont fourni un exemple qu'il a exploité jusqu'à l'épuisement, pour le plus grand avantage des sciences biologiques (12). Les substances alimentaires sont converties en glycogène dans le foie ; le glycogène est réduit à son tour en glucose, tant que les tissus l'utilisent. Si le taux est dépassé, la conversion du glycogène en glucose cesse, l'arrêt de la destruction entraîne

l'arrêt de la synthèse correspondante. Un mécanisme régulateur intervient donc qui suit les variations du taux d'utilisation dans l'organisme. Cet exemple montre les rapports étroits existant entre l'assimilation et la désassimilation ; il est applicable à tous les niveaux d'organisation : organe, tissu, cellule. Claude Bernard en fait une belle application aux animaux reviviscents (13).

Jusqu'ici la chimie a pris le pas sur la morphologie, et Claude Bernard maintient la primauté du processus du double mouvement des principes immédiats, et ne manque pas de dire que la synthèse morphologique est un épiphénomène par rapport à la synthèse chimique. Ce processus a cependant lieu dans des structures morphologiques soumises à leur tour à l'assimilation et à la désassimilation, qui assurent la réparation après usure. S'agissant de structures, Claude Bernard leur donne le nom caractéristique de « synthèse organisée », ou « d'organisation » et de « désorganisation » (14). Pour ne pas perdre de vue qu'il s'agit des phénomènes qui caractérisent la vie, le physiologiste doit s'adresser aux éléments les plus simples, communs aux animaux et aux végétaux, et dont les propriétés restent inchangées, indépendamment de l'emplacement dans l'organisme (15). Les différences de forme s'effacent devant les caractères communs.

L'organisation possède les instruments nécessaires à l'accomplissement de la « synthèse organisatrice » et à la « désorganisation ». Ces agents rentrent dans deux catégories, conformément aux deux séries d'actions opposées et complémentaires. Les agents de destruction sont représentés essentiellement par des ferments nombreux et identifiés, chacun ayant une action spécifique. Les agents de synthèse organisatrice, dont l'action est moins bien connue, sont plus évasifs. Le premier en date est le noyau de l'ovule, la première cellule, dont toutes les autres dérivent par divisions successives. Le noyau (germe) dirige la synthèse organisatrice avec les matériaux fournis par le protoplasme. L'importance attachée de ce point de vue au noyau s'inspire probablement des expériences de Waller (1850) sur la régénération de la partie du nerf dont le cylindre-axe reste en rapport avec le noyau de la cellule, tandis que la partie non reliée dégénère (*loi de la dégénérescence wallérienne*). La démonstration de cette action chez un être unicellulaire (Infusoire) sera apportée par Moritz Nussbaum en 1884 (16). Cependant, le rôle actif revient au protoplasme. Il est logique de penser que le premier pas dans la synthèse « morphologique » est la synthèse du protoplasme. Le protoplasme présentait une séduction spéciale (17), étant amorphe, commun à tous les organismes vivants, siège d'actions chimiques intenses, un complexe de principes immédiats. Hétérogène chimiquement (18), mais à potentialités multiples, il représente morphologiquement la matière d'où sortira la forme, conception opposée à celle d'Aristote et de Cuvier pour qui la forme prime la matière. Il s'agit, cependant, de matière vivante, « *la vie non définie* » ; Claude Bernard en voit la preuve dans l'irritabilité que manifeste ce protoplasme et qui, comme la nutrition, est sans rapport nécessaire avec des structures

morphologiques définies. L'application expérimentale des anesthésiques apporte la preuve de la validité de cette interprétation. D'ailleurs, Claude Bernard a toujours été convaincu de la primauté du fonctionnel sur le structurel, ses expériences avec *upas antiar* chez l'embryon, avant l'apparition des fibres musculaires, en sont un exemple. Les rapports entre l'irritabilité et la matière vivante sont extrêmement étroits parce qu'ils répondent à une nécessité physiologique, condition de l'existence de la vie. Malgré ses multiples potentialités, la matière organisée est inerte par elle-même, conception qui remonte à Glisson, et a besoin d'irritants pour sa mise en action (19). Il s'établit ainsi une interdépendance entre l'organisme et le milieu où il vit, qui commande l'existence même de la vie.

Claude Bernard ne préjuge pas des facteurs qui donnent naissance à la forme. Quand il tente d'aborder la question, il tombe sur la maladresse de la force directrice, idée attribuable à l'ignorance des lois de l'hérédité à une époque où l'on ne soupçonnait pas qu'un jour celles-ci feraient l'objet d'une science indépendante (20). « L'être vivant *idéal* » est donc cette substance amorphe où tant de formes diversifiées trouvent leur origine, conception qui rappelle l'« animal idéal » de Buffon, concevable mais non réellement existant. Claude Bernard se contente de constater que la synthèse organisatrice s'accompagne de phénomènes de synthèse chimique, comme dans le cas des cellules embryonnaires riches en glycogène.

L'amnios des Ruminants présente, sur la face interne, des amas de cellules riches en glycogène, qui s'accroissent pour atteindre un maximum vers le milieu de la gestation. A ce sommet de « *la période synthétique* » fait suite « *la période de destruction* » (21). C'est le point de séparation des deux phases dont la dernière sera soumise désormais aux lois de la réduction chimique, le glycogène disparaissant par oxydation. Mais toute cette évolution chimique est liée à la destinée des cellules épithéliales qui contiennent le glycogène. La synthèse chimique ne précède pas la synthèse organisatrice.

Malgré les lacunes dues aux connaissances limitées de son temps, la conception de Claude Bernard a marqué les esprits avisés. Dans son livre classique *The Cell in Development and Heredity*, Edmund Wilson (1925) se réfère à la synthèse chimique et morphologique en ces termes : « Bernard was one of the first clearly to see that the two categories represent fundamentally only different phases or degrees of the same general phenomenon » (22). Quant aux rôles respectifs du noyau et du protoplasme, il ajoute : « This highly fruitful generalization », même si les travaux ultérieurs devaient montrer que les phénomènes étaient plus complexes que ne le pensait Claude Bernard.

Si la preuve de la chronologie de la synthèse chimique et de la synthèse organisatrice est incertaine, les manifestations des phénomènes vitaux, chimiques en particulier, présentent une originalité qui a été pendant longtemps une source d'égarement, mais que la notion d'organisation a fini par placer dans une perspective strictement scientifique. Grâce aux

instruments dont elle dispose, l'organisation dirige les réactions en suivant des voies autres que celles de la chimie minérale et de la physique, mais qui ne les soustraient pas pour autant aux lois générales qui régissent ces disciplines. Les lois restent le facteur unificateur, indépendamment de l'état de la matière vivante ou inerte. Les exemples suivants montrent les différences et les identités du même phénomène, suivant la nature des instruments qui opèrent.

Les oxydations dans l'organisme ne se font pas par fixation directe d'oxygène, comme elles se font sur le fer ou tout autre métal. Il intervient un élément qui est la cellule sanguine transportant l'oxygène du poumon aux cellules, ce qui comporte un double mécanisme de prise en charge et de cession accompli par l'hémoglobine chez les animaux supérieurs. Les mécanismes qui l'accomplissent varient avec le groupe animal et végétal, mais aboutissent tous au même résultat final : une oxydation qui ne contrevient pas aux lois générales de la chimie.

Le muscle est un appareil complexe, mais le mouvement qui en résulte se fait conformément aux lois de la physique. De même, la production de chaleur n'est pas une simple combustion comme le pensaient Lavoisier et les chimistes qui l'ont suivi, mais résulte d'une série de dégradations chimiques propres à l'organisme. Les phénomènes liés à la digestion fournissent des exemples frappants des différences entre les moyens employés et de l'identité des résultats obtenus. Les graisses sont dédoublées en acides gras et glycérine mais, tandis que dans l'industrie on se sert d'alcalins, l'organisme agit par l'action des ferments pancréatique et intestinal. Le résultat final est le même.

L'amidon est transformé industriellement en dextrine et glucose par l'action prolongée des acides, ou même de l'eau bouillante. Par contre, l'acidité de l'estomac n'a aucune prise sur l'amidon, et l'organisme agit rapidement par l'intermédiaire de l'enzyme pancréatique dont l'action a lieu en milieu, non pas acide, mais alcalin. Dans un cas comme dans l'autre, il s'agit d'une hydrolyse. L'exemple de la conversion du sucre de canne (saccharose) en dextrose et lévulose est du même ordre : action des acides dans l'industrie, action de l'invertase dans l'intestin grêle.

Dans l'ensemble, on doit constater que les lois de la chimie restent immuables, quel que soit le chemin parcouru et les moyens employés.

Outre leur signification physiologique et physico-chimique intrinsèque, les exemples cités présentent un intérêt particulier à cause de leurs rapports avec une conception vitaliste des phénomènes de la vie, mal comprise, dont on a affublé Claude Bernard. On a établi la catégorie des « matérialistes vitalistes », qui caractérise les physiologistes français, dont Claude Bernard, qu'on a opposée à la catégorie des « matérialistes mécanistes » qui caractérise les physiologistes allemands du milieu du XIX^e siècle, à qui reviendrait l'honneur de l'introduction de cette conception progressiste en physiologie. Cette division a été acceptée sans esprit critique par beaucoup d'historiens, qui se sont laissé séduire par les mots sans analyser leur contenu. Il en est résulté une confusion qu'on a prise

pour de l'histoire. La nature des problèmes que ces mots couvrent, et les moyens employés pour les résoudre, ont été complètement ignorés. On possède actuellement suffisamment de déclarations, d'écrits provenant des physiologistes allemands du milieu du xix^{e} siècle, pour savoir que le fondateur du matérialisme mécaniste est Henri Dutrochet (23) qui a précédé les physiologistes allemands et les a inspirés. On comprend que les réactions, telles qu'elles ont lieu dans le monde minéral, n'agiraient pas chez le vivant. Une réaction chimique minérale est un phénomène isolé qui trouve sa fin en soi ; une fois accomplie, la matière reste figée. Par contre, aucun phénomène n'est isolé chez l'être vivant. Un muscle qu'on peut stimuler directement expérimentalement, agit dans l'organisme par l'intermédiaire d'un nerf, voire de deux. La réduction du glycogène ne s'arrête pas au glucose, mais prépare une série de réactions qui se conditionnent l'une l'autre. Une réaction en déclanche une autre ; tout n'est que mécanismes intégrés. La dynamique incessante qui conditionne la vie réclame l'utilisation de procédés spéciaux, parce que ceux de la chimie minérale seraient inefficaces.

La question qui se pose est de savoir ce que Claude Bernard entend par « *vitalisme physico-chimique* », expression dont il se sert. L'explication est si claire qu'elle ne laisse subsister la moindre ambiguïté : elle signifie la spécificité des agents physico-chimiques de l'organisme (24). On peut discuter sur le choix d'une expression qui s'est introduite insidieusement dans le langage scientifique et qui n'est qu'un des nombreux exemples d'incompatibilité entre la sémantique et les phénomènes exprimés, exemples qui parsèment l'histoire des sciences depuis Aristote et Théophraste ; mais ici le contenu des mots est sans équivoque. Il s'agit du mode d'action des instruments employés, mais nullement de leur nature, qui est matérielle, et Claude Bernard regrette qu'on n'ait pas conservé les expressions de physique animale et végétale, qui sont « excellentes » (25). Tout est tributaire de l'organisation : les propriétés vitales qui sont en fait les propriétés physico-chimiques immanentes à la matière organisée (26) ; la spécificité des agents qui opèrent, et dont il précise que « c'est le principe que j'appellerai : principe du *vitalisme physico-chimique* » (27). Les irritants vitaux, comme le nerf qui excite un muscle, sont des irritants qu'on n'a pas encore pu faire entrer dans le groupe des irritants physiques. Il résulte de l'ensemble de ces faits que les phénomènes du monde minéral et ceux des corps organisés n'appartiennent pas à des catégories différentes, étant donné qu'ils sont soumis aux mêmes lois : « Je reconnais en d'autres termes à tous les phénomènes vitaux des procédés spéciaux de manifestation ; mais en même temps je les considère comme dérivant des lois générales de la mécanique et de la physico-chimie ordinaire » (28). Les phénomènes physico-chimiques chez l'être vivant « retrouvent leurs lois en dehors de lui » (29) ; il s'agit donc des mêmes lois naturelles qui régissent le monde minéral. Il serait difficile de trouver des formules plus intégrantes pour des phénomènes apparemment disparates. Si l'organisme trouve en lui-même les moyens de ses actions, si les lois qui les

dirigent sont celles de la matière universelle, il ne reste aucune place pour la métaphysique, et le contenu de l'expression « vitalisme physico-chimique » est essentiellement matérialiste. Il ne pouvait en être autrement sans mettre en danger la méthode expérimentale d'où le hasard, l'imprévisible et l'insolite, c'est-à-dire l'antidéterminisme, sont exclus. La signification du mot est bien précisée : « Mais si nous donnions le nom de *force vitale* à la puissance d'organisation et de nutrition des corps vivants, ce serait seulement pour indiquer, par cette expression, qu'il existe chez eux des phénomènes d'organisation qui ne se rencontrent pas dans les corps bruts. Mais il ne faudrait pas croire, comme les vitalistes, qu'il s'agit là d'une force dont l'essence merveilleuse et extraordinaire doive nous empêcher à jamais de saisir la nature des phénomènes de la vie ». L'ironie trouve sa place dans la suite : « Car il n'y a pas plus de force vitale dans les êtres vivants qu'il n'y a de force minérale dans les corps bruts » (30). Le mot n'est qu'une abstraction ou une forme de langage. Claude Bernard a répondu d'avance aux questions mal comprises énoncées par des historiens insuffisamment informés.

BIBLIOGRAPHIE

Chapitre I. — BIOLOGIE. LE MOT ET LE CONTENU

- (1) BURDACH (K. F.). — *Propädeutik zum Studium der gesammten Heilkunst*. Leipzig, 1800, 62 (note).
- (2) TREVIRANUS (G. R.). — *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aertzte*. Göttingen Röwer, 1802. I, 4.
- (3) BARON (W.). — Gedanken über den ursprünglichen Sinn der Ausdrücke Botanik, Zoologie und Biologie. *Sudhoffs Archiv*. Wiesbaden, Beiheft 7, 1966, 1-10.
- (4) SCHILLER (J.). — Physiology and Classification. *Historical Relations*. Ch. VIII, à paraître.
- (5) SCHILLER (J.). — Physiologie et classification dans l'œuvre de Lamarck. *Histoire et Biologie*. Paris, 1969, 35.
- (6) COMTE (A.). — *Cours de philosophie positive*. Paris, Rouen Frères (Bachelier), 1838, III, 242-3.
- (7) FOUCAULT (M.). — *Les mots et les choses*. Paris, Gallimard, 1966, 139.
- (8) BLAINVILLE (H.-M. D. de). — *Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris, Baillière et fils, 1890, 1 (publié par Paul Nicard).
- (9) GRASSÉ (P.-P.). — La Biologie. *Revue scientifique*. Paris, 1944.
- (10) METZGER (H.). — *La genèse de la science des cristaux*. Paris, A. Blanchard, 1969, Section II, 93.
- (10a) HUNTER (J.). — *Leçons sur les principes de la chirurgie*. Paris, 1843, I, 279.
- (11) CUVIER (G.). — *Le Règne animal distribué d'après son organisation*. Paris, Déterville, 1817, I, 16.
- (12) RICHERAND (A.). — *Nouveaux élémens de physiologie*. Paris, Béchét jeune, 1833, I. Prologomènes 1.
- (13) BECLARD (J.). — *Eléments d'anatomie générale*. Paris, Béchét, 1823, 4.
- (14) DUGÈS (A.-D.). — *Traité de physiologie comparée*. Montpellier, L. Castel, 1838, I, 3.
- (15) ROBIN (Ch.). — *Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme*. Paris, Baillière, 1867, XVII.

Chapitre II. — LA NOTION D'ORGANISATION ET LA MACHINE CARTÉSIENNE

- (1) GUYENOT (E.). — *Les sciences de la vie au XVII^e et XVIII^e siècles*. Paris, Bibl. de synthèse hist., 1941, 156, 158.
- (2) ROGER (J.). — *Les sciences de la vie dans la pensée française au XVIII^e siècle*. Paris, A. Colin, 1971, 164.
- (3) ROSTAND (J.). — Préface à l'ouvrage du Dr L. Chauvois. *Descartes, ses méthodes et ses erreurs en physiologie*. Paris, Ed. du Cèdre, 1966.
- (4) CANGUILHEM (G.). — *La formation du concept de réflexe au XVII^e et XVIII^e siècles*. Paris, P. U. F., 1955.
- (5) HALL (T. S.). — *Ideas of life and matter*. Chicago, Univ. of Chicago Press, 1969, I, 254.
- (6) HALLER (A. v.). — *Encyclopédie*. Supplément IV, 349 (Signé H. D. G.).
- (7) CUVIER (G.). — *Histoire des sciences naturelles*. Paris, Béchét aîné, 1841, II, 53.
- (8) HARVEY (W.). — A second disquisition to John Riolan in *The circulation of the blood*. London, 1907, 169 (Everyman's Library. Reprint 1928). Descartes affirma avoir conçu son explication de la circulation du Sang indépendamment de Harvey et qu'il n'entend pas la rectifier. (Voir lettre à Mersenne de novembre ou décembre 1632).

- (9) ROGER. *Op. cit.* 452.
- (10) DESCARTES (R.). — Lettre au marquis de Newcastle du 23 novembre 1946, III, 690. Toutes les références sont de l'édition F. ALQUIÉ. *Œuvres philosophiques*. Paris, Garnier Frères, 1963-1973 sauf indication contraire.
- (11) BLUMENBACH (J. F.). — *Ueber den Bildungstrieb*. 2 Aufl. Göttingen, H. Dietrich, 1791, 13.
- (12) ROGER. — *Op. cit.* 141.
- (13) *Ibid.* — 452.
- (14) *Ibid.* — 141-142.
- (15) DESCARTES. a) *Discours de la méthode*. I, 618.
b) *Lettre au Père Mersenne du 20 février 1639*, II, 127.
- (16) ROGER. — *Op. cit.* 142.
- (17) *Ibid.* — 142.
- (18) BONNET (Ch.). — Considérations sur les corps organisés in *Œuvres d'Histoire naturelle*. Neuchâtel, S. Fauche, 1779, 7.
- (19) CUVIER (G.). — *Le Règne animal distribué d'après son organisation*. Paris, Déterville, 1817, I, 17.
- (20) DIDEROT (D.). — De l'Interprétation de la nature in *Œuvres philosophiques*. Paris, Garnier Frères, 1956, 198.
- (21) MAUPERTUIS. — *Vénus physique*, 6^e éd. 1751, 102.
- (22) ROGER. — *Op. cit.* 220.
- (23) STENON (Stenosis N.). — De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus in *Steno Geological Papers*. Ed. G. Scherz. Odense Univ. Press, 1969, 141, 143, 145, 153.
- (24) ROGER. — *Op. cit.* 442.
- (25) DELAGE (Y.). — *La structure du protoplasme et les théories sur l'hérédité et les grands problèmes de la biologie générale*. Paris, C. Reinwald, 1895, 723.
- (26) Cité par Jane Oppenheimer in *Essays in the History of Embryology and Biology*. Cambridge (Mass.) Mass. Inst. of Tech., 1967, 66.
- (27) ROGER. — *Op. cit.* 149.
- (28) *Ibid.* 154.
- (29) NEEDHAM (J.). — *A History of Embryology*. Cambridge, Univ. Press, 1934, 135-136.
- (30) SCHILLER (J.). — *Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps*. Paris, Ed. du Cèdre, 1967, 44.
- (31) DESCARTES. — *Lettre à Elisabeth du 1^{er} septembre 1645*, III, 602.
- (32) DESCARTES. — *La description du corps humain et toutes ses fonctions* in *Œuvres*. Paris, 1909, XI, 227 (Art. LXVI) Ed. Adam-Tannery.
- (33) VICQ D'AZYR (F.). — *Discours sur l'anatomie du cerveau*. Paris, Duprat-Duverger, s. d. 22.
- (34) DESCARTES. — *Op. cit.* 223.
- (35) ROGER. — *Op. cit.* 223.
- (36) STENON. *Discours sur l'anatomie du cerveau*. Paris, R. de Ninville, 1669, 13.
- (37) *Ibid.* — 32-33.
- (38) SCHILLER (J.). — The genesis and structure of Claude Bernard's experimental method in *Foundations of scientific method : The 19th century*, 1973, Indiana Univ. Press (Bloomington, Ind.) 133.
- (39) DESCARTES. — *Les Passions de l'âme*. 1^{re} partie, 995 (Art. 6).
- (40) DESCARTES. — *Traité de l'homme*. I, 379.
- (41) DESCARTES. — *Les principes de la philosophie*. IV^e partie, 520 (Art. 203).
- (42) *Ibid.*
- (43) DESCARTES III, 122, Ed. Adam-Tannery.
- (44) Article Claude Bernard dans *Dictionary of scientific biography* N. Y. 1970, signé M. Grmek.
- (45) PAVLOV (I. P.). — *Selected works*. Moskow, Ed. langues étrangères, 1955, 178.
Voir aussi 174-175.

- (46) BERNARD (Cl.). — *Leçons sur la chaleur animale*. Paris, Baillière, 1867, 5.
- (47) BERNARD (Cl.). — *Principes de médecine expérimentale*. Paris, P. U. F., 1947, 210.
- (48) CUVIER (G.). — *Histoire des sciences naturelles*. Paris, Béchet aîné, 1841, II, 293.
- (49) ROGER. — *Op. cit.* 453.
- (50) RICHTER (Ch.). — *Physiologie des muscles et des nerfs*. Paris, G. Baillière, 1882, 506, 858.
- (51) SHERRINGTON (Ch.). — *Man on his nature*. New York, Macmillan Cambridge, Univ. Press 1941, 185. Voir aussi *The Integrative action of the nervous system*. New Haven, 1947, 257, 286, 288.
- (52) *Ibid.* 187.
- (53) *Ibid.* 185.
- (54) HUXLEY (Th.). — On Descarte's « Discours » in LAY SERMONS, *Addresses and Reviews*. New York, Appleton & Co., 1903, 336, 338.
- (55) FOSTER (M.). — *Lectures on the history of physiology*. Cambridge, Univ. Press, 1924, 266.
- (56) FRANKLIN (K. J.). — *A short history of physiology*. 2nd ed. Cambridge, Staples Press, 1949, 70.
- (57) SCHILLER (J.). — Les laboratoires d'anatomie et de botanique à l'Académie des Sciences au XVII^e siècle. *Revue d'Histoire des Sciences*, Paris, 1964, 97.
- (58) ROGER. — *Op. cit.* 141, 152.
- (59) LA METTRIE (J. O. de). — *Abrégé des systèmes in Œuvres*, Amsterdam, 1764, II, 6.
- (60) DESCARTES. — *Les principes de la philosophie*. IV^e partie (Art. 188).
- (61) DESCARTES. — Lettre au P. Mersenne du 20 février 1639. Voir aussi lettres du 15 avril 1630 ; novembre ou décembre 1632 ; 25 mai et 13 novembre 1639 ; 1^{er} avril et 30 mai 1640 ; lettre à Plémpius du 15 février 1638 ; lettre à Regius du 24 mai 1640 (Ed. Adam-Tannery).
- (62) Lettre à Plémpius (réf. 61).
- (63) ARISTOTE. — *Parties des animaux*. I, 5, 645 b 25-35.
- (64) GALIEN. — *De anatomicis administrationibus* Lib IX, 1^{er} paragraphe. Venetiis, 1625.
- (65) VESALE (A.). — *De humani corporis fabrica liber septum*. Basileae, J. Oporinum, 1555. Lib. VII, 1^{er} paragraphe.
- (66) BLAINVILLE (H. M. D. de). — *Histoire des sciences de l'organisation et de leur progrès comme base de la philosophie*. Paris, Lyon, Périsse Frères, 1845, Introduction.
- (67) ROBIN (Ch.). — *In Dictionnaire des sciences médicales*. Paris, Masson (Dechambre). Article *Organisation*, 395.

Chapitre III. — L'EMPRISE DE LA PHILOSOPHIE

- (1) CUDWORTH (R.). — *The true intellectual System of the Universe* : the first... wherein all the reason and philosophy of atheism is confuted, and its impossibility demonstrated. London, R. Royston, 1678.
- (2) GREW (N.). — *Cosmologia sacra* : or a Discourse of the Universe As it is the Creature and Kingdom of God. Chiefly written To Demonstrate the Truth and Excellency of the Bible ; which contains the Laws of his Kingdom in this Lower World. London, Rogers, Smith & Walford, 1701.
- (3) CUDWORTH. — *Op. cit.* 161, 716-717.
- (4) *Ibid.* — 144.
- (5) *Ibid.* — 139.
- (6) GREW. — *Cosmologia sacra*, 33.
- (7) CUDWORTH. — *Op. cit.* 157.
- (8) *Ibid.* — 162.
- (9) GREW. — *Op. cit.* 18, 22.

- (10) *Ibid.* — 41.
- (11) *Ibid.* — 116.
- (12) *Ibid.* — 34.
- (13) SCHILLER (J.). — *Queries, Answers and unsolved Problems in 18th Century Biology*. History of Science, Cambridge, 1974, 193.
- (14) LE CLERC (J.). — *Bibliothèque choisie*. Amsterdam, H. Schelte, 1702 (Deuxième Edition 1712) 64, 78 ; 1703, 351 ; 1706, 283 ; 1709, 361.
- (15) BAYLE (F.). — *Histoire des Ouvrages des Savans in Œuvres*. Rotterdam, R. Leers, 1706, III, 1235.
- (16) a) LE CLERC (J.). — *Bibliothèque choisie*. Amsterdam, 1706, IX, 382-383.
b) BAYLE (F.). — Réponse aux Questions d'un Provincial in *Œuvres*. Rotterdam, R. Leers, 1706, III, 1258.
- (17) CUDWORTH. — *Op. cit.* 148. — Il y a un mélange de vie ou natures plastiques qui, ensemble avec le mécanisme, traverse l'univers matériel.
- (18) BOYLE (R.). — *The Works...* by Richard Boulton, London, 1669, I, 62.
- (19) BOYLE (R.). — The Origin of *Forms and Qualities* according to the *Corpuscular Philosophy* in *The Works...* London, A. Millar, 1744, II, 483.
- (20) *Ibid.* — 488. *Le pouvoir plastique des semences des plantes et des animaux.*
- (21) *Ibid.* — 497. Mais quel qu'il soit ce principe plastique, étant un agent physique, il doit agir physiquement et n'ayant pas d'autre matière sur qui agir que le blanc d'œuf, il ne peut agir sur cette matière qu'à la manière des agents physiques.
- (22) BOYLE (R.). — *Exp. Notes... about the mechanical Origin and Production of diverse Qualities*. London, R. Davis, 1675, 7-8. Mais étant donné que dans mon explication des qualités je ne prétends à rien d'autre qu'à les expliquer par les *Principes Mécaniques*, sans me soucier de savoir si elles peuvent être expliquées autrement, il me suffit de prouver non pas que les Principes mécaniques sont la seule nécessaire et unique condition capable d'expliquer les qualités, mais qu'en toute probabilité ils seront jugés suffisants par leur intelligibilité, plus que les *formes substantielles* ou toute autre entité scholastique (si je peux les appeler ainsi) ; on se rend compte de ce que seront les conséquences si nous ne nous voyons pas obligés d'avoir recours à des choses dont l'existence est très discutable et la nature très obscure.
- (23) BOYLE (R.). — *The Origin of Forms and Qualities*. 484.

Chapitre IV. — LA CONSOLIDATION DE LA NOTION D'ORGANISATION.

LES PRÉFORMATIONNISTES

a) Bourguet.

- (1) HALLER (A. v.). — *Sur la formation du cœur dans le poulet*. Lausanne. M. M. Bousquet, 1758, II, 172.
- (2) Nombre de naturalistes du XVIII^e siècle emploient les termes embryon et fœtus d'une manière interchangeable.
- (3) BOURGUET (L.). — *Lettres philosophiques* sur la formation des sels et des cristaux et sur la génération et le mécanisme organique des plantes et des animaux à l'occasion de la pierre bélemnite et de la pierre lenticulaire avec un mémoire sur la théorie de la terre. Amsterdam, E. Honoré, 1729, 144. (2^e Edition Amsterdam, Marc-Michel Rey, 1762).
- (4) *Ibid.* — 59.
- (5) *Ibid.* — 78-79.
- (6) C'est aussi chez les auteurs italiens que Bourguet déclare avoir pris le mal « moule » sans donner de nom (Vallisneri ?). On attribue la paternité de ce mot et son application à la genèse des formes animales à Buffon. Il connaissait l'œuvre de Bourguet.
- (7) Fonds Bourguet Mss. 1287.2. Bibliothèque municipale de Neuchâtel (Suisse).
- (8) BOURGUET. — *Lettres philosophiques*, 136 (2^e Edition).

- (9) *Ibid.* — 66.
- (10) BOISSIER DE SAUVAGES (F.). — Mémoire contenant des observations de lithologie pour servir à l'histoire naturelle du Languedoc et à la théorie de la terre. *Mém. Acad. Sci.* 1746, 732.
- (11) Les bélemnites sont des mollusques céphalopodes fossiles. On prenait le rostre de leur coquille interne calcaire pour une dent de poisson. La corne d'Ammon est un mollusque céphalopode fossile (Ammonite) dont la coquille est enroulée en corne de béliet.
- (12) BOURGUET. — *Lettres philosophiques*. 144 (2^e Edition).
- (13) *Ibid.* — 89.
- (14) *Ibid.* — 145.
- (15) *Ibid.* — 147.
- (16) *Ibid.* — 87.
- (17) Jumart, animal hypothétique monstrueux, résultat du croisement entre le taureau et la jument ou l'ânesse, ou bien du croisement d'un âne et d'une vache. Animal stérile, il passait pour porter des fardeaux lourds. Bonnet en parle dans *Considérations sur les corps organisés*. Amsterdam, M. M. Rey, 1762, 235 (Art. 333).
- (18) HARVEY (W.). — *The works*. London, Sydenham Soc., 1847, 285.
- (19) BOURGUET (L.). — *Traité des pétrifications*. Paris, Briasson, 1742.
- (20) ROGER (J.). — *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIII^e siècle*. Paris, A. Colin, 1971, 378.
- (21) SCHILLER (J.). — *La notion d'organisation dans l'œuvre de Louis Bourguet (1678-1742)* Gesnerus, Zürich-Aarau, 1975, XXXII, 87 (Numéro spécial).
- (22) BARTHEZ (P. J.). — *Nouveaux éléments de la science de l'homme*. 2^e Edition. Paris, Goujon-Brunot, 1806, I, 53.

b) *Bonnet.*

- (1) BONNET (Ch.). — *Considérations sur les corps organisés* in Œuvres. Neuchâtel, S. Fauche, 1779-1782, III.
- (2) BONNET. — *Contemplation de la nature*. 3^e Ed. Yverdon, 1767.
- (3) BONNET. — *Corps organisés*, 99, 108.
- (4) BONNET. — *Lettres à M. l'Abbé Spallanzani*. Milano, Episteme Editrice, 1971, 399.
- (5) *Dictionary of Scientific biography*. N. Y. 1970. Art. Bonnet.
- (6) BONNET. — *Contemplation*, I, 54.
- (7) BONNET. — *Palingénésie philosophique* in Œuvres. Neuchâtel, S. Fauche, 1783, 92.
- (8) BONNET. — *Corps organisés* in Œuvres 175-176.
- (9) BONNET. — *Corps organisés*, 74.
- (10) a) *Ibid.* b) *Contemplation* I, 27.
- (11) BOURGUET (L.). — *Lettres philosophiques*, 166.
- (12) BONNET. — *Corps organisés*, 58.
- (13) *Ibid.* — 59.
- (14) BONNET. — *Essai de psychol* in Œuvres IV, 1783, 73.
- (15) *Ibid.* — 1783, 8.
- (16) SCHILLER (J.). — *Queries, Answers and unsolved Problems in 18th Century Biology*. Hist. of Science, Cambridge. 1974.
- (17) BONNET. — *Essai analytique sur les facultés de l'âme* in Œuvres, Neuchâtel, S. Fauche, 1782, t. VI, ch. II.
- (18) BONNET. — *Contemplation*, 3^e éd. LXXXIII.
- (19) BONNET. — *Anal. abrég.* VIII, art. VI, 8.
- (20) BONNET. — *Contemplation*, 3^e éd. 143.
- (21) BONNET. — *Anal. abrég.* art. X, p. 12.
- (22) BONNET. — *Applic. des Principes philos.*, art. III, 83.
- (23) BONNET. — *Contemplation*, 3^e éd. I, 145.

- (24) *Ibid.* — LV-LVI.
- (25) *Ibid.* — CII.
- (26) Cité par Saviez. — *La philosophie de Charles Bonnet de Genève*. Paris, Vrin, 1948, 226.
- (27) BONNET. — a) *Essai analytique*, XV-XVI ; b) *Contemplation*, 3^e éd. CXXVII.
- (28) BONNET. — *Mémoires autobiographiques*. Paris, R. Savioz, 1948, 363.
- (29) SCHILLER (J.). — a) *Queries, Answers...*, b) *Bonnet. Palingénésie philosophique*, 1783, I, 86.
- (30) BONNET. — *Etudes de Psychologie*. Ch. IV, 9.

Chapitre V. — LES ÉPIGÉNÉSISTES ET L'ORGANISATION

- (1) BUFFON. — *Histoire naturelle*. Paris, Bur. de la Soc. des Publ. Illus., 1839, V, 86.
- (2) NEEDHAM (T.). — *An account of some new microscopical Discoveries founded on An Examination of the Calamary...* London, F. Needham, 1745.
- (3) SCHILLER (J.) et SCHILLER (T.). — *Henri Dutrochet (1776-1847). Le matérialisme mécaniste et la physiologie générale*. Paris, A. Blanchard, 1975.
- (4) SCHILLER (J.). — *Queries, Answers and unsolved Problems in 18th Century Biology*. History of Science Cambridge, 1974, 192.
- (5) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Paris, 1975, Ch. IV, à paraître.
- (6) BUFFON. — *Histoire naturelle*. Paris, 1839, V, 4.
- (7) BUFFON. — *Ibid.*, p. 6.
- (8) Buffon a fait paraître une édition de l'*Histoire naturelle* in-12 sans la partie anatomique de Daubenton et l'*Histoire des oiseaux* souffre des mêmes lacunes. Voir Cuvier (G.). *Recueil des éloges historiques*. Strasbourg, Paris, 1849, I, 57-59.
- (9) BUFFON. — *Ibid.* VI, 479.
- (10) BUFFON. — *Ibid.* V, 17.
- (11) BUFFON. — *Ibid.* 6.
- (12) BUFFON. — *Ibid.* 15.
- (13) Voir BOURGUET, note 6.
- (14) BUFFON. — *Ibid.* 2-3.
- (15) *Nouveau dictionnaire étymologique et historique* (Larousse). Paris, 1971.
- (16) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. V, à paraître.
- (17) BUFFON. — *Histoire naturelle des minéraux*. Paris, 1839, III, 172. Dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, HAECKEL affirmait l'existence d'une substance protoplasmique primitive située au fond des mers que Thomas HUXLEY avait baptisé *Bathybius Haeckeli*. (HAECKEL E. *Studien über Moneren und andere Prätisten*. Leipzig, 1878.)
- (18) BUFFON. — *Ibid.* VI, 577.
- (19) BUFFON. — *Ibid.* V, 13.
- (20) BUFFON. — *Ibid.* 2.
- (21) BUFFON. — *Ibid.* 14.
- (22) BUFFON. — *Ibid.* V, 2.

Chapitre VI. — L'ORGANISATION CHEZ LES PHILOSOPHES DU SIÈCLE DES LUMIÈRES

- (1) L'affirmation que l'anatomie commençait à s'essouffler au début du XVIII^e siècle est inexacte (ROGER, *op. cit.*, 448). L'anatomie descriptive était très avancée au point que Winslow a pu établir l'anatomie topographique (1732).
- (2) DIDEROT (D.). — *Éléments de physiologie*. Paris, 1915, 331 (Ed. ASSÉZAT).
- (3) DIDEROT. — *Le rêve de d'Alembert*. Paris, 1956, 347 (Ed. VERNIÈRE).
- (4) BUFFON. — *Histoire naturelle*. Paris, Impr. Roy., 1749, II, 4.
- (5) LA METTRIE (J. O. de). — *L'Homme machine* in *Œuvres philosophiques*. Amsterdam, 1764, I, 70.
- (6) HOLBACH (P.-H. d'). — *Système de la nature ou Des lois du monde physique et du monde moral*. Par Mirabaud. Londres, 1771, I, 86.

- (7) On peut situer autour de 1740 la date de la substitution des sciences naturelles aux mathématiques dans l'intérêt des naturalistes et du public cultivé. L'influence de RÉAUMUR et de TREMBLEY doit être soulignée.
- (8) DIDEROT. — *Entretien entre d'Alembert et Diderot* in Œuvres philosophiques. Paris, 1856, 261-264 (Ed. VERNIÈRE).
- (9) HOLBACH. — *Op. cit.* 114.
- (10) Les historiens considèrent que DIDEROT a collaboré à l'ouvrage de d'HOLBACH sans préciser l'étendue de cette collaboration.
- (11) HOLBACH. — *Op. cit.* 51.
- (12) DIDEROT. — *Réfutation d'Helvetius*, 566 (Ed. VERNIÈRE) ; 103 (Ed. ASSÉZAT).
- (13) LA METTRIE. — *L'Homme machine*. I, 6.
- (14) *Ibid.* I, 28.
- (15) HOLBACH. — *Op. cit.* I, 5.
- (16) BARRAL (G.). — *Diderot et la médecine*. Un ouvrage projeté par Claude Bernard. Chronique médicale, 1900, 126.
- (17) Publié pour la première fois par ASSÉZAT en 1875 et daté par lui 1774-1780.
- (18) DIDEROT (D.). — *Œuvres philosophiques*. Paris, 1956, 167. Commentaire de P. VERNIÈRE.
- (19) DIDEROT. — *De l'interprétation de la nature*, 185 (Ed. VERNIÈRE).
- (20) *Ibid.* 189 (Art. XV).
- (21) *Ibid.* 186.
- (22) *Interprétation de la nature* de Diderot s'inspire de Francis BACON dont les livres « jusqu'à leur titre y annonce l'homme de génie », dit d'ALEMBERT dans le Discours préliminaire de l'*Encyclopédie*. Le titre de Bacon est *Novum organum or true suggestions for the interpretation of nature*. Ce titre n'est en fait que la deuxième partie de *The great instauration* (1620) que les éditeurs hollandais ont réduit à *Novum organum*.
- (23) *Ibid.* — 186.
- (24) *Ibid.* — 198.
- (25) *Ibid.* — 198 (Art. XXXII). Voir aussi p. 223. Il est curieux que les philosophes ignorent l'importance de la station debout et de la libération de la main. (L'homme rampe verticalement, disait LA METTRIE). Ces données étaient connues depuis ANAXAGORE et GALIEN. Edward TISSON avait disséqué un chimpanzé (1699) et reconnu sa place à part, ni singe, ni homme.
- (26) *Ibid.* — 232.
- (27) BONNET (Ch.). — *Traité d'insectologie* in Œuvres. Neuchâtel, S. Fauche, 1779, XX (Première Edition est de 1745).
- (28) DIDEROT. — *De l'interprétation de la nature*, 231.
- (29) DIDEROT. — *Œuvres philosophiques*. Commentaire de P. VERNIÈRE, 167.
- (30) Claude BERNARD dira qu'il a découvert des phénomènes qu'il ne prévoyait pas tandis que HELMHOLTZ savait à quoi s'attendre.
- (31) MAUPERTUIS (P.-L. M. de). — *Système de la nature* in Œuvres. Lyon, J. M. Bruyset, 1756, II, 149 (Art. XVIII).
- (32) DIDEROT. — *Aux jeunes gens...* in Œuvres philosophiques. 175 (Ed. VERNIÈRE).
- (33) DIDEROT. — *Éléments de physiologie*. 262 (Ed. ASSÉZAT).
- (34) LA METTRIE. a) — *Les animaux plus que machines* in Œuvres philosophiques. Amsterdam, 1764, II, 97. b) — *L'Homme plante*. *Ibid.* 113-135.
- (35) DIDEROT. — *Entretien entre d'Alembert et Diderot*. 261 (Ed. VERNIÈRE).
- (36) HELVETIUS. — *L'Homme* in Œuvres. Londres, 1777, III, 163 (note a), 165.
- (37) *Ibid.* — III, 99-103.
- (38) *Ibid.* — III, 181.
- (39) DIDEROT. — *Réfutation* suivie de l'ouvrage d'HELVETIUS intitulé *l'Homme*. Publié par Assézat en 1875, il le date de 1773-1774. LA HARPE a publié un ouvrage portant un titre similaire. *Réfutation du livre de l'esprit* (1797) où il combat le matérialisme d'Helvetius.
- (40) DIDEROT. — *Le rêve de d'Alembert*, 357 ; *Réfutation...* 587.

- (41) DIDEROT. — *Réfutation...* 575, 600-601.
- (42) LA METTRIE. — *L'Homme machine*. I, 53.
- (43) LOCKE (J.). — *Essai philosophique concernant l'entendement humain*. Amsterdam, Aux dépens de la Compagnie, 1758, II, 305-306.
- (44) HOLBACH. — *Système de la nature*, II, 305.
- (45) HELVETIUS. — *De l'Homme*. III, 131.
- (46) LA METTRIE. — *L'Homme machine in Œuvres*. I, 39.
- (47) *Ibid.* — 68.
- (48) *Ibid.* — 73.
- (49) *Ibid.* — 63.
- (50) On définissait l'alcali fixe comme une combinaison assez lâche d'acide de terre et d'une petite quantité de phlogistique.
- (51) HELVETIUS. — *De l'Homme*. III, 113-115 (note K).
- (52) DIDEROT. — *Réfutation*, 566.
- (53) BOYLE (R.). — *The Works...* London, 1744, II.
- (54) a) DIDEROT. — *De l'interprétation de la nature*, 236-237.
b) BUFFON. — *Histoire des animaux*. Paris, Bur. de la Soc. des Publ. Illus., 1839, III, 10.
- (55) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. XIII, à paraître.
- (56) HOLBACH. — *Système de la nature*. I, 17.
- (57) *Ibid.* — I, 55.
- (58) *Dictionnaire de l'Académie française*. An V (1797).
- (59) LA METTRIE. — *L'Homme machine in Œuvres*, I, 69.
- (60) LA METTRIE. — *Les Animaux plus que machines in Œuvres*, II, 107.
- (61) LA METTRIE. — *L'Homme machine in Œuvres*, I, 53-55.
- (62) SCHILLER (J.). — *Queries, Answers and unsolved Problems in 18th Century Biology*. History of Science, Cambridge, 1974.
- (63) Pour l'opinion de Haller sur La Mettrie voir Mémoires sur les parties sensibles et irritables du corps humain. Lausanne, M. M. Bousquet, 1760, IV, 90-91.
- (64) LA METTRIE. — *Op. cit.* 67.
- (65) DIDEROT. — *De l'interprétation de la nature*. 242 (Ed. VERNIÈRE).
- (66) BAKER (H.). — *Employment for the microscope*. London, Dodsley, 1764, 256.
- (67) FONTANA (L.) a) — *Lettre sur l'ergot et la tremelle*. Observations sur la physique... (Abbé Rozier) 1776, VII, 51 ;
b) — *Traité sur le venin de la vipère*. Florence, 1781, I, 90, 325.
- (68) DIDEROT. — *Eléments de physiologie*. Paris, (1915) 269 (Ed. ASSÉZAT). Souligné par nous.

Chapitre VII. — LE DÉCOUPAGE DE L'ORGANISATION

- (1) BICHAT (X.). — *Anatomie générale*. Paris, Ladrangé-Lheureux, 1818, I, 35.
- (2) RICHELET (P.). — *Dictionnaire françoise*. Genève, 1679.
- (3) TARIN (P.). — *Dictionnaire anatomique suivi d'une Bibliothèque anatomique et physiologique*. Paris, Briasson, 1753.
- (4) BICHAT. — *Anatomie générale*. I, 64.
- (5) SCHILLER (J.). — *Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps*. Paris, Ed. du Cèdre, 1967, Ch. XII.
- (6) SCHILLER (J.) et SCHILLER (T.). — *Henri Dutrochet. Le matérialisme mécaniste et la physiologie générale*. Paris, A. Blanchard, 1975, 49.
- (7) BICHAT. — *Anatomie générale*. I, 59-61.
- (8) BICHAT. — *Recherches physiologiques sur la vie et sur la mort*. Paris, 1818, seconde partie.
- (9) a) — BICHAT. *Anatomie générale*. I, 4. 51.
b) — ARISTOTE. *Les parties des animaux*. 645 b 35.
- (10) SCHILLER. — *Claude Bernard et les problèmes scientifiques...* Ch. II.

- (11) LUCRECE. — *De la nature des choses*. 451-456.
- (12) a) — SCHILLER et SCHILLER. *Op. cit.* 34.
 b) — D'autres critiques ont été formulées par FLOURENS (*De la vie et de l'intelligence*) mais ses critiques sont plus critiquables que celles qu'il adresse lui-même à Bichat.
- (13) BICHAT. — *Anatomie générale*, fait face aux pages 56 et 57 et *Recherches physiologiques*. Art. VIII.
- (14) BICHAT. — *Anatomie générale*. I, 35.
- (15) BICHAT. — *Ibid.* 7.
- (16) *Ibid.* — I, 93.
- (17) BICHAT. — *Recherches physiologiques*. 80.
- (18) BICHAT. — *Anatomie générale*. I, 14.
- (19) BICHAT. — *Recherches physiologiques*. 58.
- (20) *Ibid.* — 64.
- (21) *Ibid.* — 60.
- (22) *Ibid.* — 61, 89.
- (23) *Ibid.* — 103-104.
- (24) *Ibid.* — 63.
- (25) BERNARD (Cl.). — *La science expérimentale*. 6^e éd. Paris, 1918, 161.
- (26) BICHAT. — *Anatomie générale*. I, 18.

Chapitre VIII. — LA NOTION D'ORGANISATION CHEZ LAMARCK.

- (1) Le mot évolution introduit par Haller en 1758 était synonyme de développement des organes préformés. Il gardera le sens de développement jusqu'en plein xix^e siècle. Ni Lamarck, ni Darwin ne l'utilisent. Le mot transformisme a été introduit par Broca en 1867.
- (2) LAMARCK (J. B.). — *Mémoires de physique et d'histoire naturelle*. Paris, l'auteur, An V, 246, 249-250.
- (3) LAMARCK. — *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. Paris, Verdière, 1815, I, 16-17.
- (4) LAMARCK. — *Ibid.* 60, 122.
- (5) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. Paris, Dentu, 1809. Avertissement.
- (6) DARWIN (Ch.). — *The Origin of species*. London, 1871. An historical sketch. 2^e paragraphe.
- (7) LAMARCK. — *Recherches sur l'organisation des corps vivans*. Paris, l'auteur (1802) Appendica.
- (8) LAMARCK. — *Discours d'ouverture d'un cours de zoologie*. Paris, l'auteur, An XI, 96.
- (9) LOVEJOY (A. O.). — *The great chain of being*. New York, Harper & Brothers, 1960. (A reprint).
- (10) a) — DAUDIN (H.). *Cuvier et Lamarck. Les classes zoologiques et l'idée de série animale*. Paris, Alcan, 1926 ;
 b) — SCHILLER (J.). *Colloque international « Lamarck »*, Paris, A. Blanchard, 1971.
- (11) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. I, 105.
- (12) LAMARCK. — *Flore françoise*. Paris, Impr. Roy., 1778, 1-2.
- (13) Mollusques, Insectes, Vers, Echinodermes et Polypes, ceux-ci englobant aussi les Infusoires.
- (14) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. I, 122.
- (15) Mollusques, Cirrhipèdes, Annélides, Crustacés, Arachnides, Insectes, Vers, Radiaires, Polypes, Infusoires.
- (16) ARISTOTE. — *Parties des animaux*. II, 9, 654 b 11-30.
- (17) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. I, 127.
- (18) LAMARCK. — *Ibid.* 187, 171.

- (19) Cette énumération un peu fastidieuse est rendue nécessaire par l'aveuglement des historiens qui persistent à voir en Lamarck un émule de l'échelle des êtres.
- (20) a) GILLISPIE (C. C.). — Lamarck and Darwin in the history of science in *Forerunners of Darwin, 1745-1859*. Baltimore, Johns Hopkins Press, 1953, 270.
b) MAYER (J.). — *Diderot, homme de science*. Rennes, Impr. Bretonne, 1959, 447.
- (21) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. I, 211.
- (22) LAMARCK. a) — *Hydrogéologie*, Paris, l'auteur, 1802 ;
b) — *Philosophie zoologique*. Ch. VIII.
- (23) LAMARCK. — *Discours d'ouverture du cours des animaux sans vertèbres*. Paris, 1806.
- (24) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. III, à paraître.
- (25) GRASSÉ (P.-P.). — *Colloque international « Lamarck »*. Paris, A. Blanchard, 1971, 5.
- (26) SCHILLER. — *Op. cit.* Ch. III.
- (27) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. I, Ch. VIII, 1^{er} paragraphe.
- (28) MAUPERTUIS (P.-L. M.). — *Lettre sur les progrès des sciences in Œuvres*. 1754, II, 386.
- (29) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. I, 129.
- (30) LAMARCK. — *Ibid.* I, Ch. VIII, 1^{er} paragraphe.
- (30a) DAUDIN (H.). — *De Linné à Jussieu. Méthode de classification et idée de série*. Paris, F. Alcan, 1924.
- (31) LUCRECE. — *De la nature des choses*. Paris, 1964, 30 (Ed. Garnier-Flammarion).
- (32) Il ne s'agit pas de la monade de Leibniz qui, à écouter certains auteurs, aurait joué un rôle de premier plan dans l'histoire de la biologie. Il s'agit de *monas crepusculum* infusoire décrit par O. F. MULLER en toute probabilité.
- (33) LAMARCK. — *Flore française*. Paris, Impr. Roy., 1778, XCIII-XCIV.
- (34) LAMARCK. — *Philosophie zoologique* (p. 229 de l'édition de poche).
- (35) Paru à Paris en 1789. Voir aussi : Jussieu (A.-L.). Examen de la famille des Renonculées. *Mém. Acad. des Sciences* 1773, 214 ; Exposition d'un nouvel ordre de Plantes adopté dans les démonstrations du Jardin Royal. *Mém. Acad. des Sciences*, 1774, 175.
- (36) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. VII, à paraître.
- (36a) HERMANN (J.). — *Tabulae affinitatum animalium...* Strasbourg, Treuttel, 1783.
- (37) SCHILLER (J.). — *Classification et Physiologie dans l'œuvre de Lamarck*. Histoire et Biologie, Paris, 1969, 35.
- (38) LAMARCK. — *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. Paris, Verdière, 1815, I, 13-16.
- (39) LAMARCK (J. B.) et MIRBEL (C. F. B. de). — *Histoire naturelle des végétaux*, Paris, Déterville, An XI, 1803, 226.
- (40) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. V, à paraître.
- (41) Les historiens de Lamarck qui ont vu dans sa chimie pyrotique l'idée initiale de l'évolution, ne se sont pas aperçus de ce changement.
- (42) Réf. 40.
- (43) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. I, 373.
- (44) SCHILLER (J.). — *Physiologie et classification dans l'œuvre de Lamarck*. Histoire et Biologie, Paris, 1969, 35.
- (45) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. Ch. VIII.
- (46) CUVIER (G.). — *Le Règne animal distribué d'après son organisation*. Paris, Déterville, 1817.
- (47) Réf. 45. — La division psycho-physiologique en trois groupes : apathiques, sensitifs et rationnels est un appoint supplémentaire qui découle de la gradation.
- (48) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*. Avertissement.

- (49) *Recherches sur l'organisation des corps vivans*. Paris, l'auteur, An X, 3.
- (50) GRASSÉ (P.-P.). « La Biologie ». Texte inédit de Lamarck. *Revue scientifique*. Paris, 1944, 82, 267-276. Tout le texte est à lire.
- (51) La mention de l'élément temps a pour but d'éviter la confusion courante entre biologie et physiologie générale. La physiologie ne s'occupe que des fonctions de l'animal vivant tel qu'il se présente au laboratoire d'expérimentation, sans se soucier d'autres contingences, du passé en particulier.
- (52) Réf. 50, 273.
- (53) D'après la conception de BICHAT, dominante à l'époque, la vie et la mort résultaient de l'action de deux forces antagonistes de nature différente, vitales et physiques, en combat continu.
- (54) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. VII, à paraître.
- (55) LAMARCK. — *Philosophie zoologique*, I, 401-402.

Chapitre IX. — LA NOTION D'ORGANISATION AU XVII^e ET XVIII^e SIÈCLES

- (1) BONNET (Ch.). — *Œuvres*. Neuchâtel, S. Fauche, 1779, III, XV. La première édition est de 1762.
- (2) Il y a souvent chez ces auteurs confusion entre génération et développement.
- (3) La traduction utilisée a été celle de J. Tricot (Paris, J. Vrin, 1957). D'autres traducteurs du XIX^e siècle se servent du mot organisation. La traduction en anglais de W. S. Hett (The Loeb Classical Library, 1957) la préférence est donnée au mot organe.
- (4) ARISTOTE. *De anima*. II, 412 b 5.
- (5) *Ibid.* — II, 2, 413 b.
- (6) *Ibid.* — 413 b 10.
- (7) CUVIER (G.). — *Histoire des sciences naturelles*. Paris, Béchét aîné, 1841, I, 147.
- (8) ARISTOTE. — *Parties des animaux*. 645 b 30.
- (9) ARISTOTE. — *De l'Ame*. II, 412 a.
- (10) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. II, à paraître.
- (11) ARISTOTE. — *De l'Ame*. II, 423 a ; III, 435 b.
- (12) GALIEN. — *Administrations anatomiques*. Traduites... par I. Dalechamp, Lyon, 1572, 213.
- (13) SCHILLER (J.). — *La place de Vésale dans l'histoire de la physiologie*. Histoire et Biologie. Paris, 1968, 27.

* * *

a) L'Organisation. Le mot et sa diffusion.

- (1) HUNTER (J.). — *Œuvres*. Notes... G. Richelot. Paris, Labé-Béchét jeune & Didot, 1843, I, 278-279.
- (2) *Ibid.*
- (3) DARWIN (Ch.). — *The origin of species by means of natural selection*. New York, Appleton & Co., 1898, I, 151.
- (4) LINNAEUS. — *Systema naturae*. Lugduni, J. B. Delamellière, 1788, I, 45.

b) Claude Perrault.

- (1) PERRAULT (Cl.). — *Essais de physique*. Paris, J. B. Coignard, 1680, I (p. 10).
- (2) Registres manuscrits de l'Académie royale des sciences, 1667. Projet pour les expériences et observations anatomiques, f° 200-202.
- (3) PERRAULT. — *Essais*. Voir en particulier Avertissement t. III. Voir aussi *Œuvres diverses de physique et de mécanique*, Leide, P. Van der Aa, 1721, II, 482-485.
- (4) *Ibid.*
- (5) *Ibid.* — 3, 130.

c) *Phénomènes insolites et organisation.*

- (1) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. III, à paraître.
- (2) SPALLANZANI (L.). — *Opusculs de Physique animale et végétale*. Paris, P. J. Duplain, 1787, II, 273.
- (3) BAKER (H.). — *Employment for the microscope*. Sec ed. London, Dodsley, 1764, II, 225 (First ed. 1753.)
- (4) FONTANA (F.). — *Traité sur le venin de vipère*. Florence, 1781, 90, 325.
- (5) LAMARCK (J. B.). — *Mémoires de Physique et d'Histoire naturelle*. Paris, l'auteur, An V, 1797, 250, note 1.
- (6) DUTROCHET (H.). — *Mémoire sur l'usage physiologique de l'oxygène*. Mém. Ac. Sc. 1838, XIII, 80.
- (7) PARSON (J.). — *Philosophical Observations on the Analogy between the Propagation of Animals and Vegetables...* London, C. Davis, 1752, 201-202.

d) *L'école iatromathématique et l'organisation.*

- (1) HALES (S.). — *La statique des végétaux et l'analyse de leur... trad...* Buffon. Paris, Debure aîné, 1735, 1-2 (Ed. anglaise 1727).
- (2) *Dictionary of scientific biography*. N. Y. 1970. Article HALES.
- (3) HALES. — *Op. cit.* IV.
- (4) MAUPERTUIS (P.-L. M.). — *Essai sur la formation des corps organisés in Œuvres* Lyon, J. M. Bruyset, 1756, II, 140.
- (5) SPALLANZANI (L.). — *Expériences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes*. Pavie, P. J. Duplain, Paris, 1787, 404.
- (6) HALES (S.). — *Haemastatique ou la statique des animaux, expériences hydrauliques...* De Sauvages... Genève, chez Héritiers Cramer & Frères Philibert, 1744, IX.
- (7) BOISSIER DE SAUVAGES (F.). — *Nosologie méthodique*. Paris, Hérisson fils, 1770, I, 45.
- (8) NEWTON (I.). — *Traité d'optique*. Paris, Montalant, 1722. Trad. Coste sur la deuxième éd. anglaise, 544.
- (9) BARTHEZ (P. J.). — *Nouvelle science de l'homme*. 2^e éd. Paris, Goujon-Brunot, 1806, I, 5.
- (10) SCHILLER (J.). — *Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps*. Paris, Ed. du Cèdre, 1967, 44-45.
- (11) BICHAT (X.). — *Anatomie générale*. Paris, Ladrangue-Lheureux, 1818, I, 3.
- (12) MAGENDIE (F.). — Quelques idées générales sur les phénomènes particuliers aux êtres vivants. *Bull. sci. méd. Soc. d'émulation*, 1809, IV, 145.
- (13) CABANIS (P. J. G.). — *Rapports du physique et du moral*. 2^e éd. Paris, Crapart, Caille & Ravier, 1805 (An XIII), II, 325.
- (14) NEWTON. — *Traité d'optique*. Paris, Montalant, 1722, 588.
- (15) GEOFFROY SAINT-HILAIRE (E.). — *Philosophie anatomique*. — Des organes respiratoires. Paris, Méquignon-Marois, 1818, XVI.

e) *Barthez.*

- (1) BARTHEZ (P. J.). — *Nouveaux élémens de la Science de l'Homme*. Paris, Goujon-Brunot, 1806, I, 121. (Première édition est de 1778 en un volume.)
- (2) BARTHEZ (P. J.). — *Nouvelle mécanique des mouvemens de l'Homme et des Animaux*. Carcassonne, P. Polère, 1798.
- (3) *Ibid.* — 136-137.
- (4) *Ibid.* — I.
- (5) *Ibid.* — IV.

Bordeu.

- (1) BORDEU (T.). — *Recherches sur le tissu muqueux in Œuvres*. Paris, Caille-Ravier, 1818, II, 736-737.
- (2) *Ibid.*

- (3) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. IV, à paraître.
- (4) BORDEU. — *Op. cit.*, I, 144.
- (5) *Ibid.*

Chapitre X. — LE XIX^e SIÈCLE

- (1) COLE (F. J.). — *A history of comparative anatomy*. London, Macmillan, 1949, 393, 395.
- (2) CUVIER (G.). — *Le Règne animal distribué d'après son organisation*. Paris, Déterville, 1817, I, VI.
- (3) *Ibid.* — V.
- (4) SCHILLER (J.). — *Physiology and Classification*. Ch. X, à paraître.
- (5) GEOFFROY SAINT-HILAIRE (E.). — *Philosophie anatomique*. Paris, 1818, I, XXX.
- (6) GEOFFROY SAINT-HILAIRE (E.). — *Philosophie anatomique*. Paris, 1822, II, 103.
- (7) CUVIER. — *Le Règne animal*. I, XXI.
- (8) *Ibid.* — I, 12.

* * *

a) *L'organiscisme de Léon Rostan.*

- (1) ROSTAN (L.). — *L'organiscisme*. 3^e éd. Paris, P. Asselin, 1864, 159.
- (2) *Ibid.* — 178.

b) *Organisation et chimie.*

- (1) VENEL (G. F.). — *Essai d'une analyse des végétaux. Recueil des Savants étrangers de l'Académie des Sciences*. 1752, II, 319-320.
- (2) BLAINVILLE (H.-M. D. de). — *Cours de physiologie générale et comparée*. Paris, Rouen Frères, Crochard, 1829, I, 93.
- (3) ROBIN (Ch.) et VERDEIL (F.). — *Traité de chimie anatomique et physiologique normale et pathologique*. 3 vol. Paris, Baillière & fils, 1853.
- (4) SCHILLER (J.). — *Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps*. Paris, Ed. du Cèdre, 1967. Ch. III.
- (5) a) McKIE (D.). — Wöhler's « Synthetic » Urea and the Rejection of Vitalism. A Chemical Legend. *Nature*, London & N. Y., 1954, 153, 608.
- b) SCHILLER (J.). — Wöhler, l'urée et le vitalisme. *Südoffs Archiv*. Wiesbaden, 1967, 51, 229.
- (6) LITTRÉ (E.). — L'hypothèse de la génération spontanée et celle du transformisme doivent-elles être incorporées à la partie biologique de la philosophie positive ? *La Philosophie positive*. Revue. 1879, XXI, 169.
- (7) ROBIN et VERDEIL. — *Op. cit.* VII.
- (8) SCHILLER. — *Op. cit.* 102.
- (9) Voir a) BLAINVILLE (M.H. D. de). — *De l'organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée*. Paris, Levrault, 1822.
- b) HENLE (J.). — *Traité d'anatomie comparée*. Paris, Baillière, 1843, t. I.
- c) ROBIN (Ch.). — *Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme*. Paris, Baillière & fils, 1867.

c) *L'Organisation cadre des activités vitales.*

- (1) SCHILLER (J.). — *Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps*. Paris, Ed. du Cèdre, 1967. Ch. XII.
- (2) DUTROCHET (H.). — *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux*. Paris, Baillière, 1837, I, XXV.
- (3) DUTROCHET. — *Ibid.* XXVII.
- (4) SCHILLER (J.) et SCHILLER (T.). — *Henri Dutrochet. Le matérialisme mécaniste et la physiologie générale*. Paris, A. Blanchard, 1975, Ch. IV.

d) *L'organisation cadre des activités spécifiques des phénomènes vitaux.*

- (1) SCHILLER (J.). — *The Genesis and Structure of Claude Bernard's Experimental Method. In Foundations of Scientific Method : The Nineteenth Century.* Indiana University Press. Bloomington, 1973, 133.
- (2) BERNARD (Cl.). — *Liquides de l'organisme.* Paris, Baillière, 1859, I, 484.
- (3) BERNARD. — *Substances toxiques et médicamenteuses.* Paris, Baillière, 1857, 66.
- (4) BERNARD. — *Système nerveux.* Paris, Baillière, 1858, II, 38.
- (5) BERNARD. — *Tissus vivants.* Paris, Germer Baillière, 1866, 274-275.
- (6) Réf. 1.
- (7) SCHILLER (J.). — *Queries, Answers and Unsolved Problems in 18th Century Biology.* History of Science, Cambridge, 1974, XII, 191-192.
- (8) BERNARD. — *La science expérimentale.* 6^e éd. Paris, Baillière, 1918, 52.
- (9) BERNARD. — *Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux.* Paris, Baillière, 1885, I, 32.
- (10) BERNARD. — *Ibid.*
- (11) BERNARD. — *Tissus vivants.* 115.
- (12) SCHILLER. — Réf. (1). Voir figure 3, page 155.
- (13) BERNARD. — *Phénomènes communs.* I, 96.
- (14) *Ibid.* — II, 485.
- (15) BERNARD. — *Tissus vivants.* 9-10.
- (16) NUSSBAUM (M.). — Ueber Spontane and Künstliche Teilung von Infusorien. *Verh. d. Naturforsch. preuss. Rheinland,* 1884.
- (17) Voir sous-chapitre *Organisation et Chimie* (b).
- (18) BERNARD. — *Phénomènes communs.* I, 203.
- (19) BERNARD. — *Tissus vivants.* 85.
- (20) SCHILLER (J.). — *Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps.* Paris, Ed. du Cèdre, 1967, Ch. XII.
- (21) BERNARD. — a) *Phénomènes communs.* Paris, Baillière, 1885, I, 235-237 ;
b) De la matière glycogène considérée comme condition de développement de certains tissus, chez le fœtus, avant l'apparition de la fonction glycogénique du foie. *C. r. Ac. Sc.* 1859, XLVIII, 673-684.
- (22) WILSON (E. B.). — *The Cell in Development and Heredity.* 3rd Ed. New York, Macmillan, 1925, 653.
- (23) SCHILLER (J.) et SCHILLER (T.). — *Henri Dutrochet. Le matérialisme mécaniste et la physiologie générale.* Paris, A. Blanchard, 1975, Ch. VI.
- (24) BERNARD. — *Principes de médecine expérimentale.* Paris, 1947, XXVIII.
- (25) BERNARD. — *Tissus vivants.* 11.
- (26) BERNARD. — *Phénomènes communs.* I, 33.
- (27) BERNARD. — *Physiologie opératoire.* Paris, Baillière, 1879, XV.
- (28) BERNARD. — *La science expérimentale.* Baillière, 114.
- (29) *Ibid.* — 117.
- (30) BERNARD. — *Rapport sur la physiologie générale.* Paris, Baillière, 1867, 137-138.

TABLE DES MATIÈRES

Préface, par Pierre-P. GRASSÉ.....	VII
Chapitre I. — <i>Biologie. Le mot et le contenu</i>	1
Chapitre II. — <i>La notion d'organisation et la machine cartésienne</i>	7
Chapitre III. — <i>L'emprise de la philosophie</i>	21
Chapitre IV. — <i>Le XVIII^e siècle. La consolidation de la notion d'organisation</i> <i>Les Préformationnistes (Bourguet-Bonnet)</i>	27
Chapitre V. — <i>Les épigénésistes et l'organisation</i>	40
Chapitre VI. — <i>L'organisation chez les philosophes du Siècle des Lumières</i>	46
Chapitre VII. — <i>Le découpage de l'organisation</i>	61
Chapitre VIII. — <i>La notion d'organisation chez Lamarck</i>	70
Chapitre IX. — <i>La notion d'organisation aux XVII^e et XVIII^e siècles avec</i> <i>sous-chapitres</i>	83
<i>a)</i> L'organisation. Le mot et sa diffusion	88
<i>b)</i> Claude Perrault	89
<i>c)</i> Phénomènes insolites et organisation	90
<i>d)</i> L'école iatromathématique et l'organisation	91
<i>e)</i> Barthez-Bordeu	95
Chapitre X. — <i>Le XIX^e siècle suivi des sous-chapitres</i>	97
<i>a)</i> L'organicisme de Léon Rostan	101
<i>b)</i> Organisation et chimie	102
<i>c)</i> L'organisation, cadre des activités vitales.....	108
<i>d)</i> L'organisation, cadre des activités spécifiques des phénomènes vitaux.	110
Bibliographie	120